The background of the slide is a grayscale medical image of a human torso, showing the ribcage and internal organs. Overlaid on this image are several white lines and shapes representing medical equipment, including what appears to be a dialyzer or filter connected to tubes, and other components of an extracorporeal circuit. The overall tone is clinical and technical.

Extracorporeal Membrane Oxygenation & Extracorporeal CO₂ removal

Ειρήνη Κωστάκου
Πνευμονολόγος - εξειδικευόμενη ΜΕΘ Α'ΠΤΤ

Ορισμός

- ◉ ECMO: Extracorporeal Membrane Oxygenation
 - ❖ Εξωσωματική μεμβράνη οξυγόνωσης
- ◉ ECCO₂R: Extracorporeal CO₂ removal
 - ❖ Εξωσωματική αποβολή διοξειδίου του άνθρακα

Ορισμός

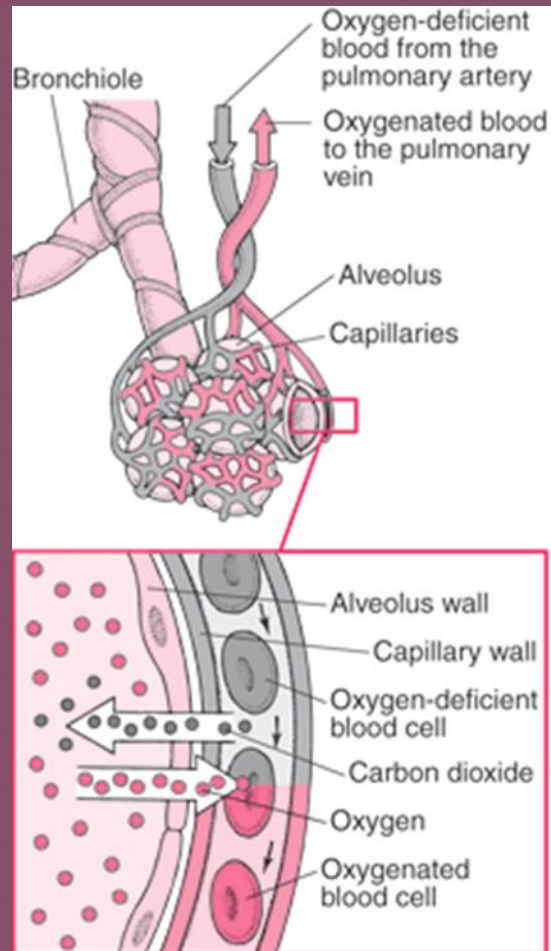
- ECLS: Extracorporeal Life Support

 - ❖ Εξωσωματική υποστήριξη της ζωής

- Η χρήση εξωσωματικής κυκλοφορίας και ανταλλαγής αερίων για την προσωρινή υποστήριξη της ζωής σε ασθενείς με δυνητικά αναστρέψιμη κυκλοφορική ή αναπνευστική ανεπάρκεια.

-
- Μια μορφή εξωσωματικής υποστήριξης της ζωής όπου ένα εξωτερικό κύκλωμα μεταφέρει φλεβικό αίμα από τον ασθενή σε μια συσκευή ανταλλαγής αερίων όπου το αίμα εμπλουτίζεται σε οξυγόνο και αφαιρείται το διοξείδιο του άνθρακα. Στη συνέχεια το αίμα επιστρέφει στον ασθενή.

Κυψελιδική ανταλλαγή αερίων



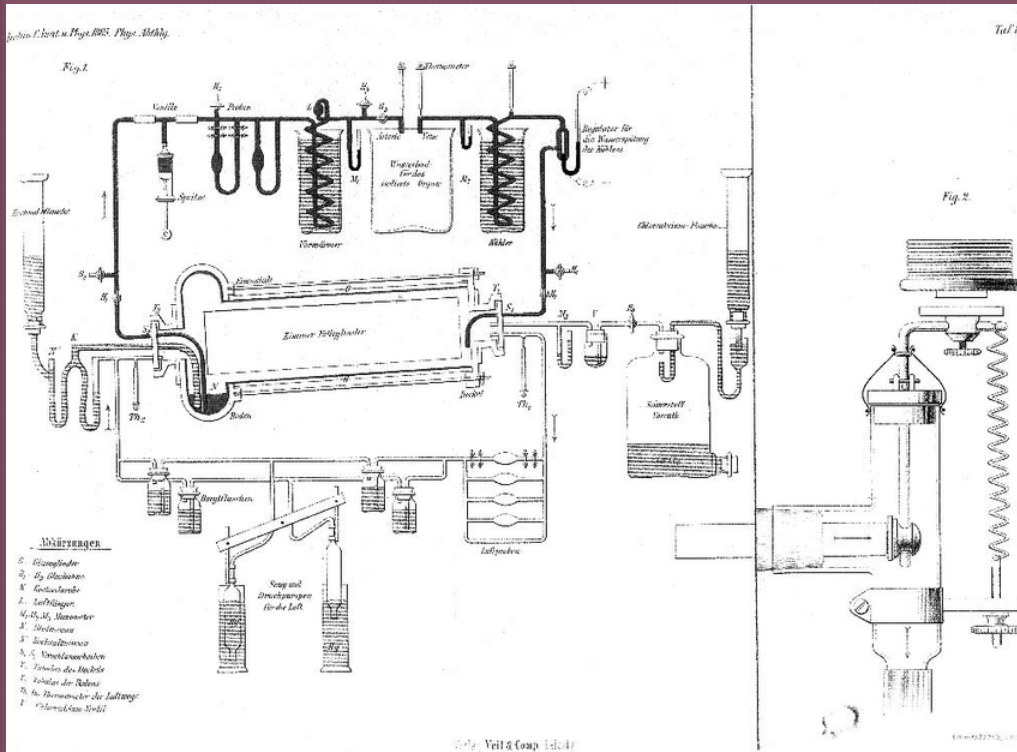
Φυσιολογία αναπνευστικού

- Πνεύμονας
 - O_2 exchange
 - CO_2 exchange
- Αίμα
 - O_2 carriage
- Μεμβράνη
 - O_2 exchange
 - CO_2 exchange

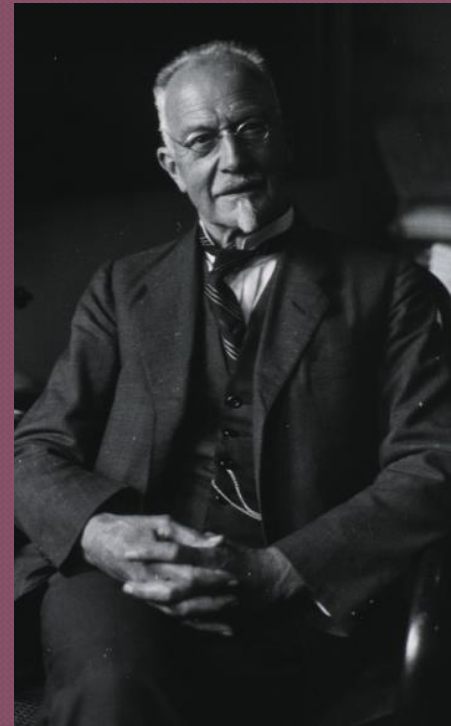
ECMO - ιστορία

- 1885: Von Frey & Gruber
- 1950: Δημιουργία του οξυγονωτή στο εργαστήριο
- 1954: Gibbon μεμβράνες οξυγόνωσης
- 1971: πρώτη επιτυχής περίπτωση
- 1972: πρώτη επιτυχής παιδιατρική περίπτωση
- 1975: πρώτη περίπτωση νεογνού
- 1975-89: Μελέτη σε ARDS, 10% επιβίωση
- 1990: standard practice για νεογνά και παιδιά
- 2000: standard practice για ενήλικες
- 2009: CESAR trial-εφαλτήριο για την οργάνωση ειδικών κέντρων ECMO και την αύξηση χρήσης του σε ασθενείς με ARDS

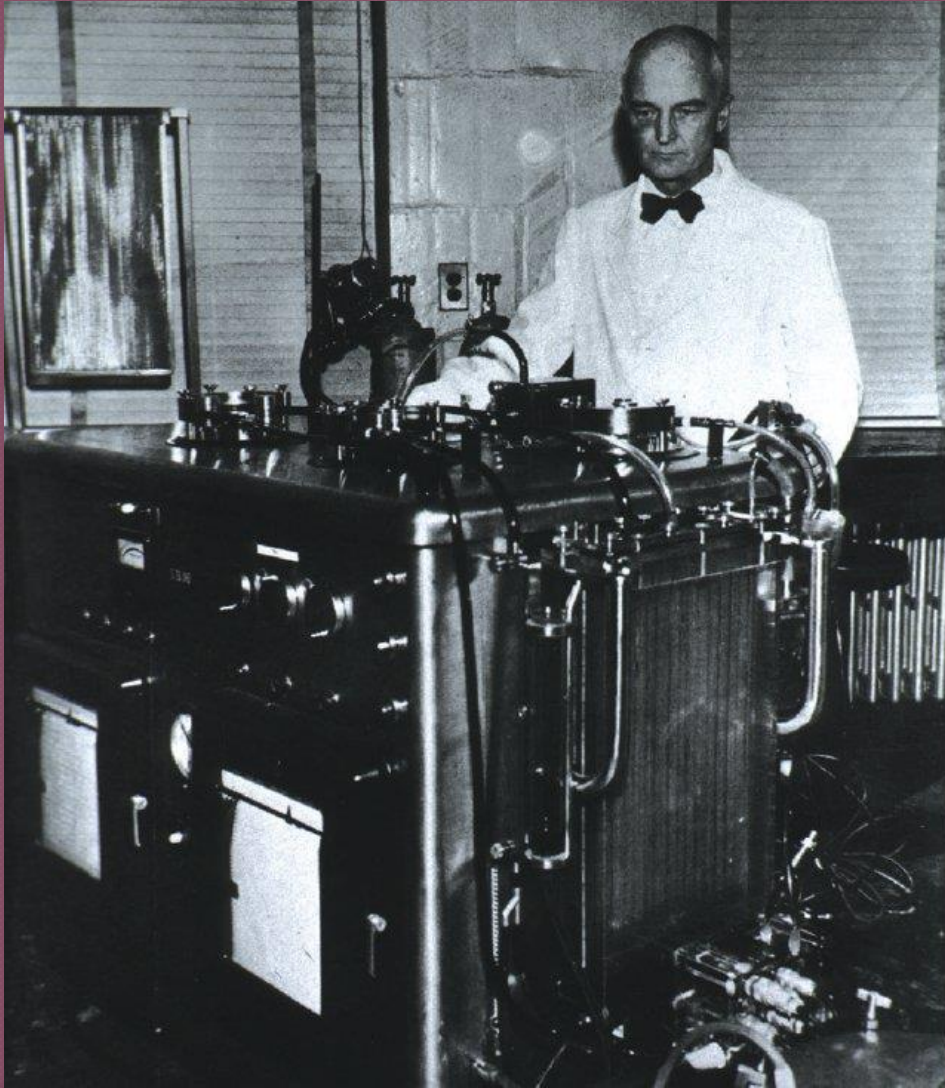
ECMO - ιστορία



-1885-
Von Frey and
Gruber



ECMO - ιστορία



- -1953-
- Brukhonenko (USSR) & John Heysham Gibbon (USA)

ECMO-Ιστορία



Bramson membrane lung
circa 1960s

ΕΣΜΟ - Ιστορία



- -1971-
- J. Donald Hill
- Πρώτη διάσωση ενήλικα με χρήση μεμβράνης Bramson

First successful ECMO patient in 1971



Figure 3.4. The first successful extracorporeal life support patient, treated by J. Donald Hill using the Bramson oxygenator (foreground), Santa Barbara, 1971.

ECMO - ιστορία

- Hill JD et al. *Circulation* 1968: (S2); 139-145
 - 26 ετών θήλυ-αμφοτερόπλευρη πνευμονία
 - 26 ώρες φλεβοφλεβικής κυκλοφορίας
 - RIP 48 ώρες μετά την εφαρμογή
- Hill JD et al. *NEJM* 1972: 286; 629-634
 - 24 ετών άρρεν- τραυματίας με 'shock lung'
 - 75 ώρες φλεβοφλεβικής κυκλοφορίας
 - Ο ασθενής ανένηψε
- "End stage shock lung may be reversible if the patient receives adequate gas exchange through partial extra corporeal circulation with an appropriate membrane lung"

First Neonatal ECMO survivor..

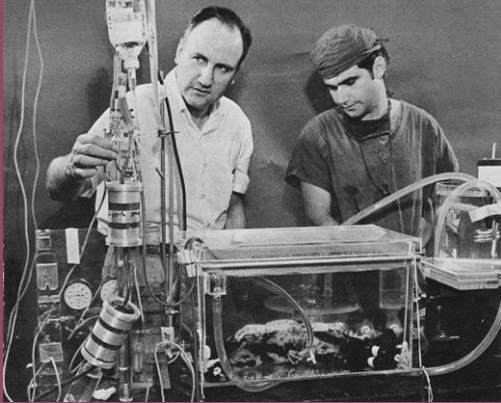


Esperanza, Age 1 day 1975



Esperanza, age 21

ECMO - Ιστορία



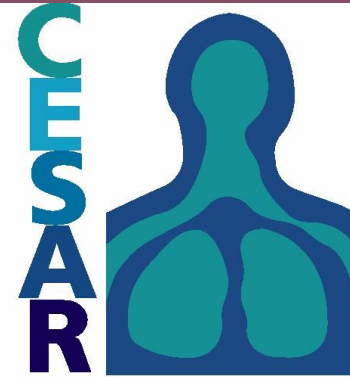
- Zapol
- Kolobow

●

- Gattinoni

ECMO - ιστορία

**Conventional Ventilation or
ECMO for
Severe
Adult
Respiratory Failure**



- 2001-2006
- Αποτελέσματα το 2008
- Καθιέρωσε τη χρήση ECMO
- Κέντρα αναφοράς

Αρχή λειτουργίας ΕΣΜΟ

- Φλεβικό αίμα αντλείται μέσω καθετήρα
- Μέσα από σωληνώσεις οδηγείται στη μεμβράνη του οξυγονωτή
- Απομακρύνεται CO_2 «προστίθεται» O_2
- Μέσω σωληνώσεων επιστρέφει στον καθετήρα και στον ασθενή

HALLIKAINEN

ILACO DIVISION

Instruments
BIOLOGICAL and MEDICAL

BRAMSON MEMBRANE HEART-LUNG MACHINE

Model 107

The BRAMSON MEMBRANE HEART-LUNG Machine has been developed by the Institute of Medical Sciences at the University of Michigan, Ann Arbor, Michigan.

It is a self-contained unit which can be connected to the patient's circulation through standard oxygen

lines. The membrane lung which holds up to 200 cc of air, allows for regulation of air flow and oxygenation. The machine is compact, and weighs only 25 lbs. It is easy to use and requires no special training. It is designed for use in the operating room and is suitable for use in the laboratory. It is a self-contained unit which can be connected to the patient's circulation through standard oxygen lines.

In this model, the air is drawn from a reservoir and pumped into the lungs. The air is then drawn out and exhausted. The machine is designed for use in the operating room and is suitable for use in the laboratory. It is a self-contained unit which can be connected to the patient's circulation through standard oxygen lines.

Approximate dimensions are 18" x 18" x 18". The machine is designed for use in the operating room and is suitable for use in the laboratory. It is a self-contained unit which can be connected to the patient's circulation through standard oxygen lines.

INDICATIONS FOR THE BRAMSON MEMBRANE LUNG

- 1. Anesthesia and oxygenation during cardiac and thoracic surgery.
- 2. For use in the laboratory.



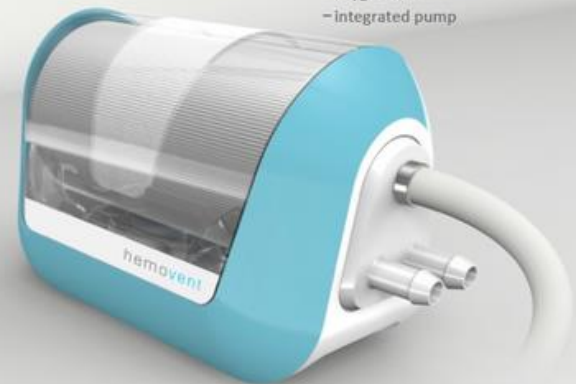


hemovent

- ↓ 90% size
- ↓ 90% complexity
- ↓ 50% cost

- disposable patient cartridge
- oxygenator
- integrated pump

- pneumatic driver
- no batteries
 - no electronics



The pneumatic driver has the size of a smartphone and is connected to the standard oxygen supply at the wall. For mobile operation it can be directly connected to a gas bottle. The driver output is connected with a flexible tube to the patient module. It can rest between the patient legs or can be mounted to a standard bed or equipment stand.

ΕΣΜΟ - εξωσωματικό κύκλωμα

- Φυγόκεντρος αντλία
- Μεμβράνη οξυγονωτή
- Χειριστήριο
- Καθετήρες
- Σωληνώσεις



F
a

G

T
P

G

M
tr
fi

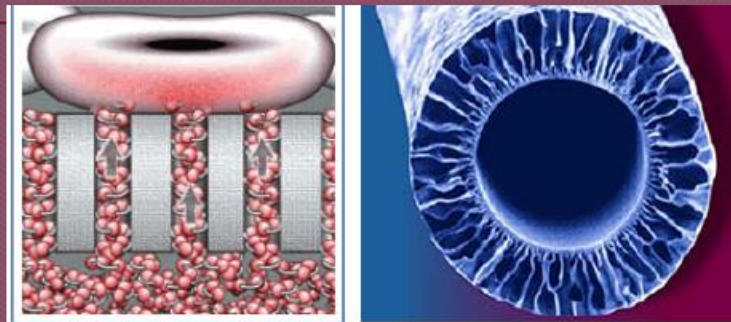
E
b

Φυγόκεντρος αντλία



- Ηλεκτρική
- 0-4000 RPM
- Δύναται να δημιουργήσει ροή έως και 8L/min
- Διάρκεια ζωής 21 ημέρες

Χαρακτηριστικά της μεμβράνης οξυγόνωσης



- Μεμβράνη κοίλων ινών (hollow fibre)
- Οξυγονωτής
- Πολυμεθυλπεντένιο
- Επικάλυψη ηπαρίνης



Ανταλλαγή O_2 μέσω της μεμβράνης

Καθοριστικοί παράγοντες

- SvO_2
 - Ροή αίματος
 - Πλάτος μεμβράνης
 - FiO_2
 - Εμβαδόν επιφάνειας μεμβράνης
 - Χρόνος έκθεσης ερυθρού αιμοσφαιρίου στη μεμβράνη
 - Hb
-
- ΔΕΝ εξαρτάται από τη ροή του sweep gas



Ανταλλαγή CO_2 μέσω της μεμβράνης Καθοριστικοί παράγοντες

- Ροή του sweep gas
- Κλίση CO_2
- Σχετικά ανεξάρτητη από την αιματική ροή



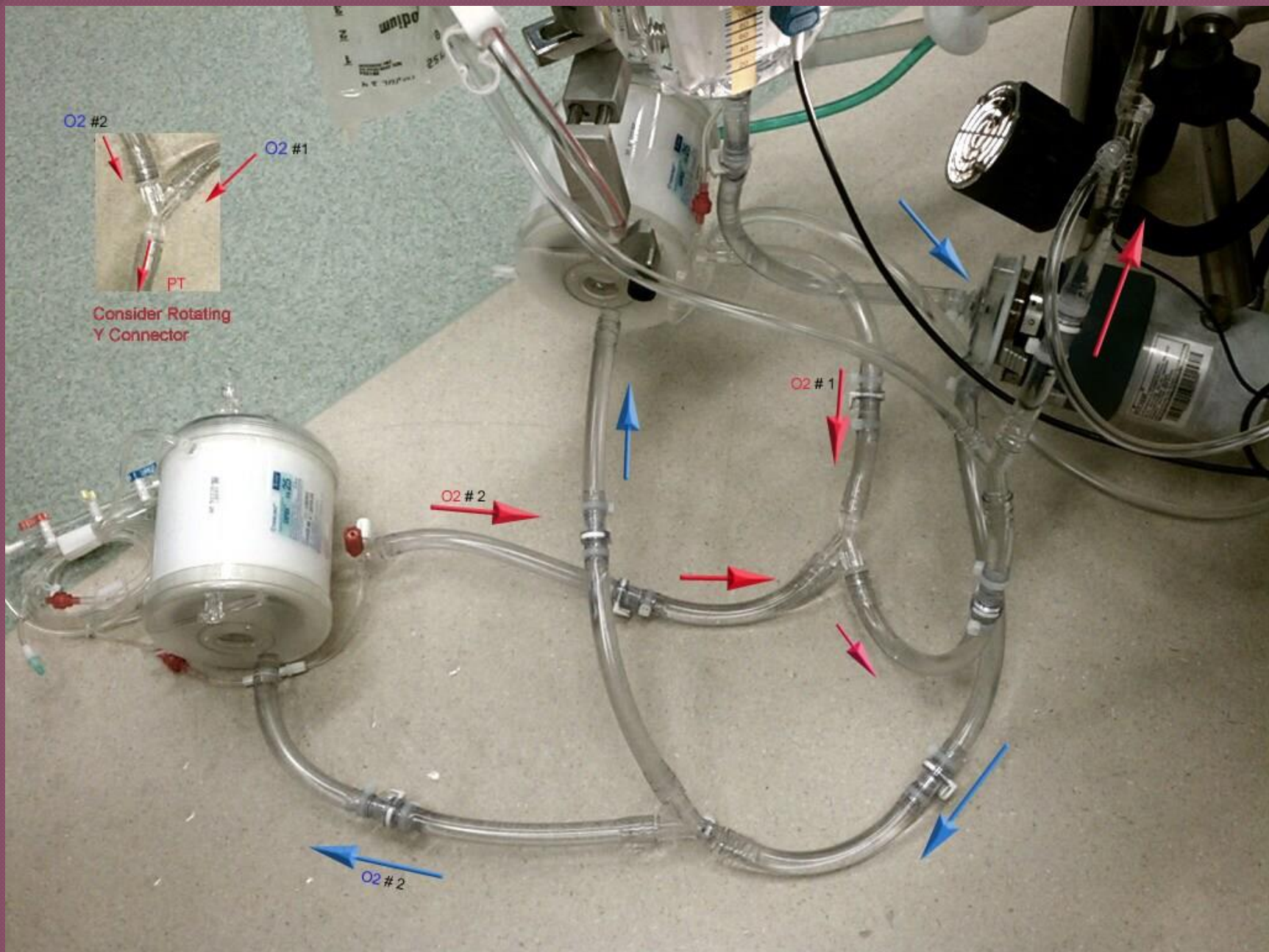
O2 #2



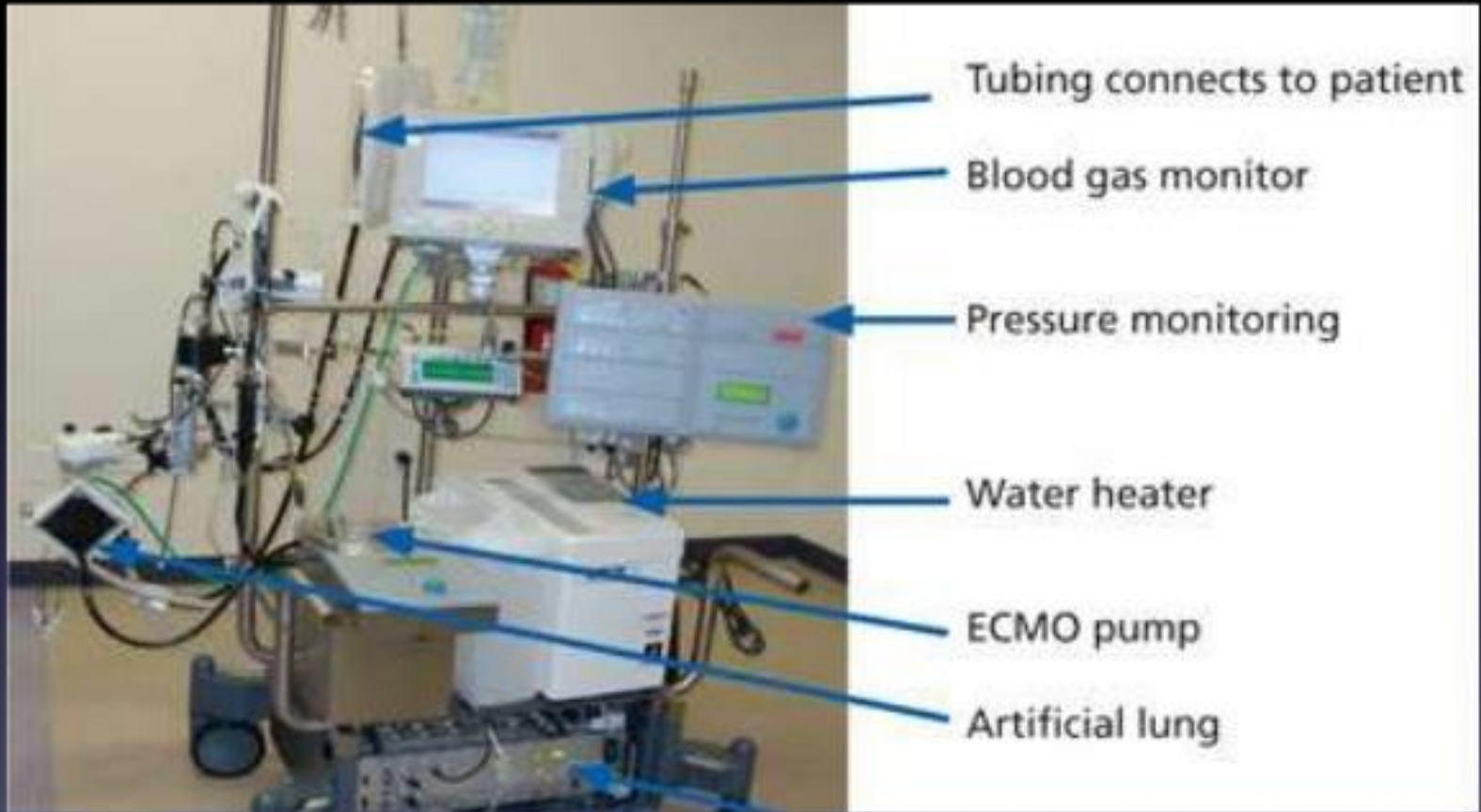
O2 #1

PT

Consider Rotating
Y Connector



ECMO Circuit



Προετοιμασία

- Εξοπλισμός-αναλώσιμα
- c-arm/κρεβάτι χειρουργείου
- αντιβιοτικά



Τεχνική

- ◉ Άσηπτη
- ◉ Υπερηχογραφική καθοδήγηση
- ◉ Seldinger τεχνική
- ◉ Πολλαπλές διαστολές
- ◉ Ακτινοσκόπηση με σκιαγραφικό
- ◉ Τοποθέτηση του tip access κάτω από την ηπατική φλέβα
- ◉ Τοποθέτηση του return tip πάνω από το ΔΕ κόλπο



Καθετήρες



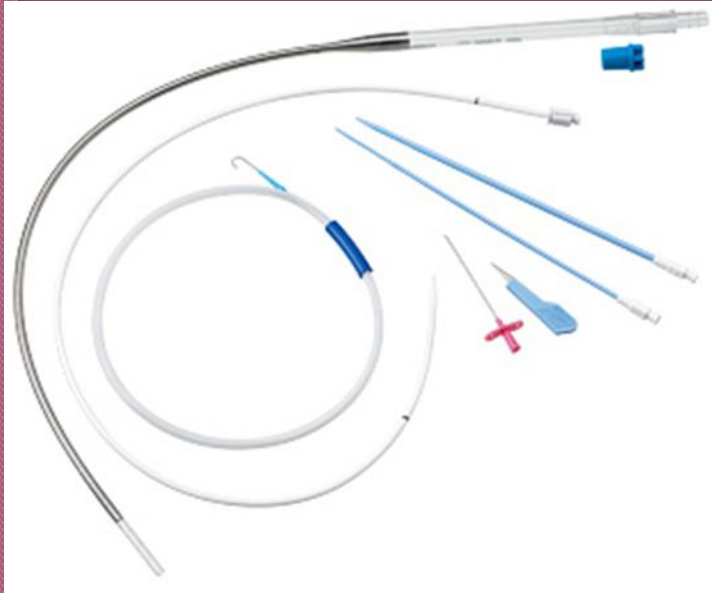
1. Modes: Percutaneous access is possible in most adult patients. **Ultrasound and fluoroscopy** can facilitate cannulation. In the absence of imaging, the placement of conventional IV catheters first to verify position by pressure measurement can be followed by the placement of larger cannulas over a wire.

2. Cannulas: **A large double lumen cannula, or two large (23-31 Fr) venous** cannulas are required: IVC via femoral vein for drainage and right atrial via the jugular or opposite femoral for blood return.

For **selective venovenous CO₂ removal** 15 Fr double lumen cannulae will deliver adequate blood flow for total CO₂ removal.

For arteriovenous CO₂ removal, a 10 to 12 Fr arterial and 14 to 16 Fr venous cannulae provide adequate flow for total CO₂ removal.

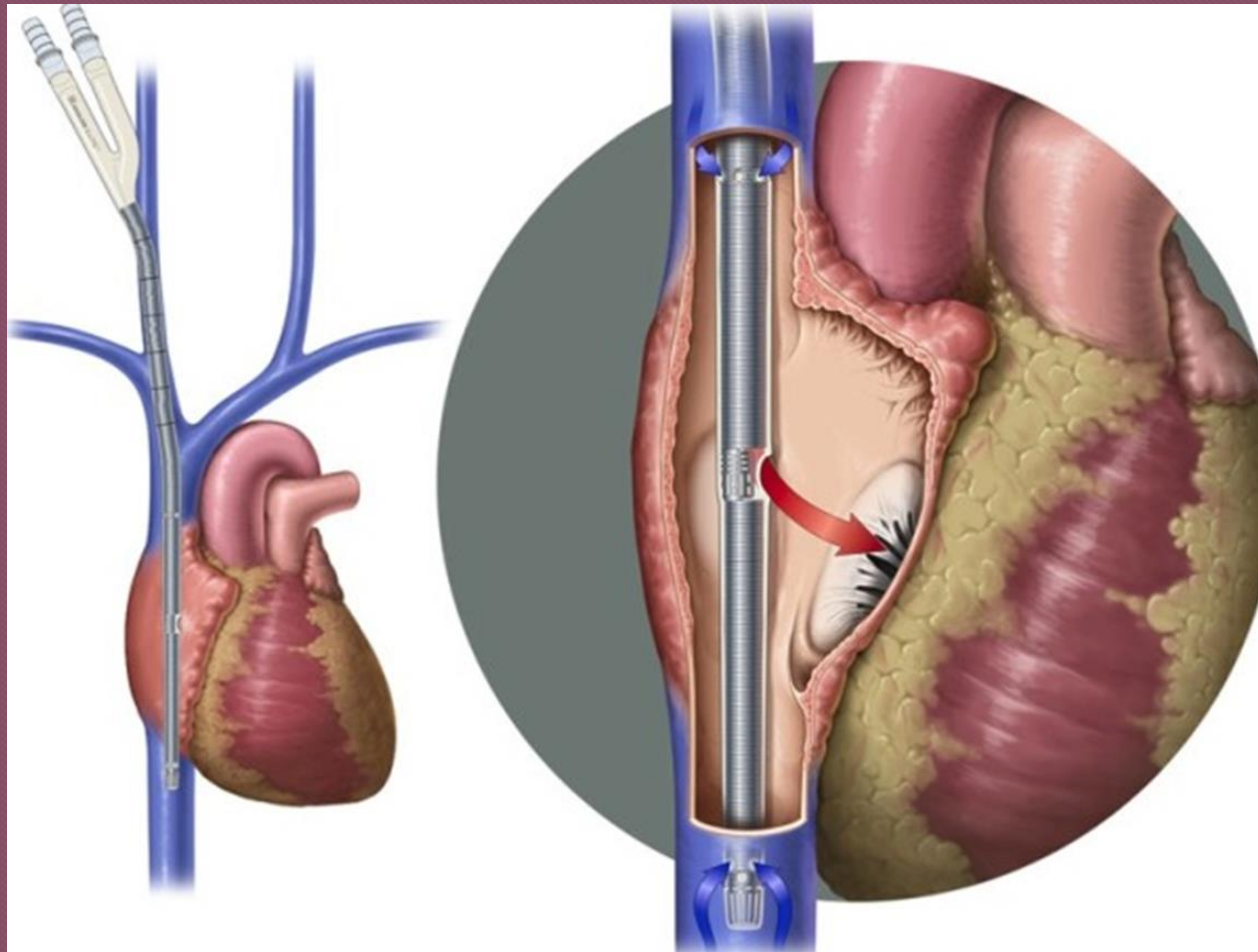
Καθετήρες







Double lumen cannulae



Ροές των καθετήρων

Diameter (Fr)	Arterial cannula	Venous cannula
15	2.3	1.5
17	3.5	2.0
19	3.9	2.7
21	5.0	3.5
23	6.5	4.5
25 (multiport)		5.3

Τύποι ECMO

- ◉ **VV ECMO** (veno-venous ECMO): χρησιμοποιείται σε ασθενείς με σοβαρή αναπνευστική ανεπάρκεια ανθεκτική σε άλλες θεραπείες- αίμα από κεντρική φλέβα στον οξυγονωτή και πίσω σε κεντρική φλέβα
- ◉ **VA ECMO** (veno-arterial ECMO): χρήση σε ασθενείς με σοβαρή καρδιακή ανεπάρκεια (με ή χωρίς αναπνευστική ανεπάρκεια)- αίμα από κεντρική φλέβα στον οξυγονωτή και πίσω σε κεντρική αρτηρία
- ◉ **VVA ECMO**

Τύποι ECMO

Different CONFIGURATIONS in ECMO

Most common configurations:

- Veno-Venous ECMO (VV-ECMO):

- Used to support patients with severe respiratory failure refractory to conventional therapies
- Blood is drawn **from a central vein**, pass through an ECMO machine and then returned **back via a central vein**

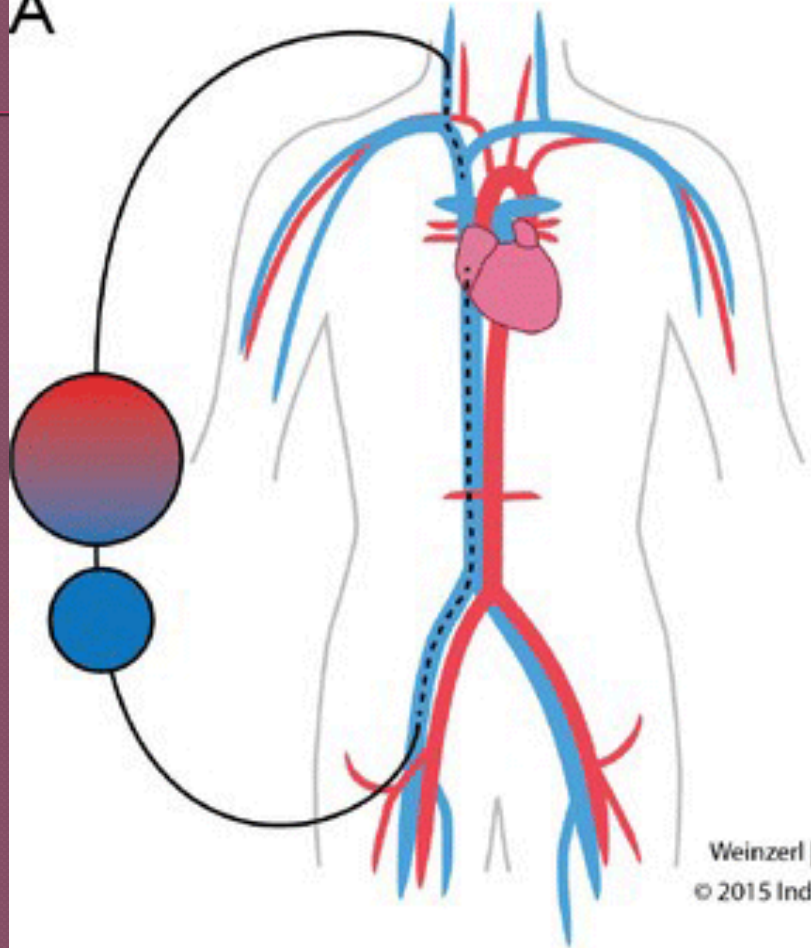
- Veno-Arterial ECMO (VA-ECMO):

- Used to support patients with severe cardiac failure (with or without respiratory failure)
- Blood is drawn **from a central vein**, pass through an ECMO machine and then returned **back via a central artery**

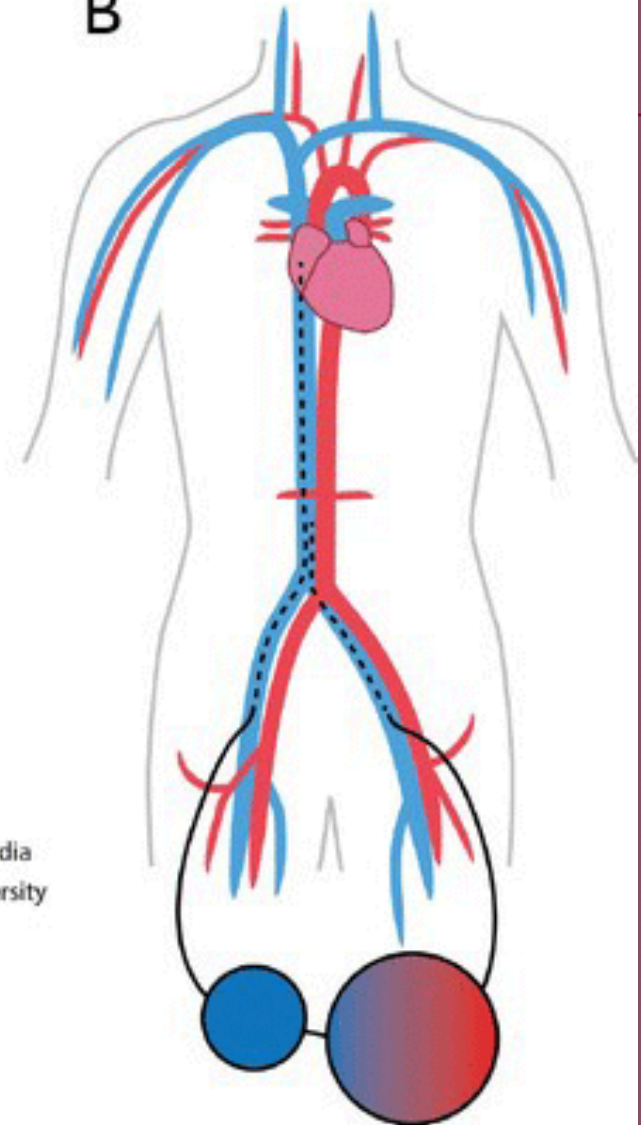
ECMO guidelines AlfredHealth Update nov 2015

Veno-venous ECMO: two cannulation approach

A

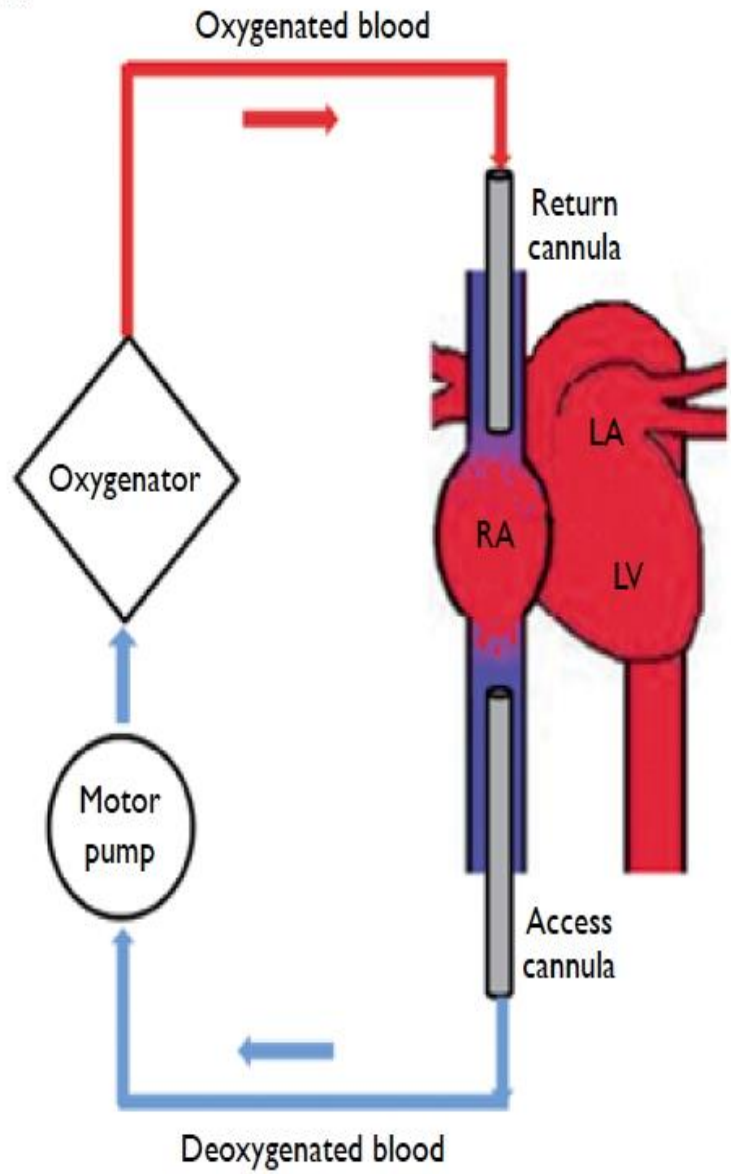


B



Weinzerl | Visual Media
© 2015 Indiana University

(a)



(b)

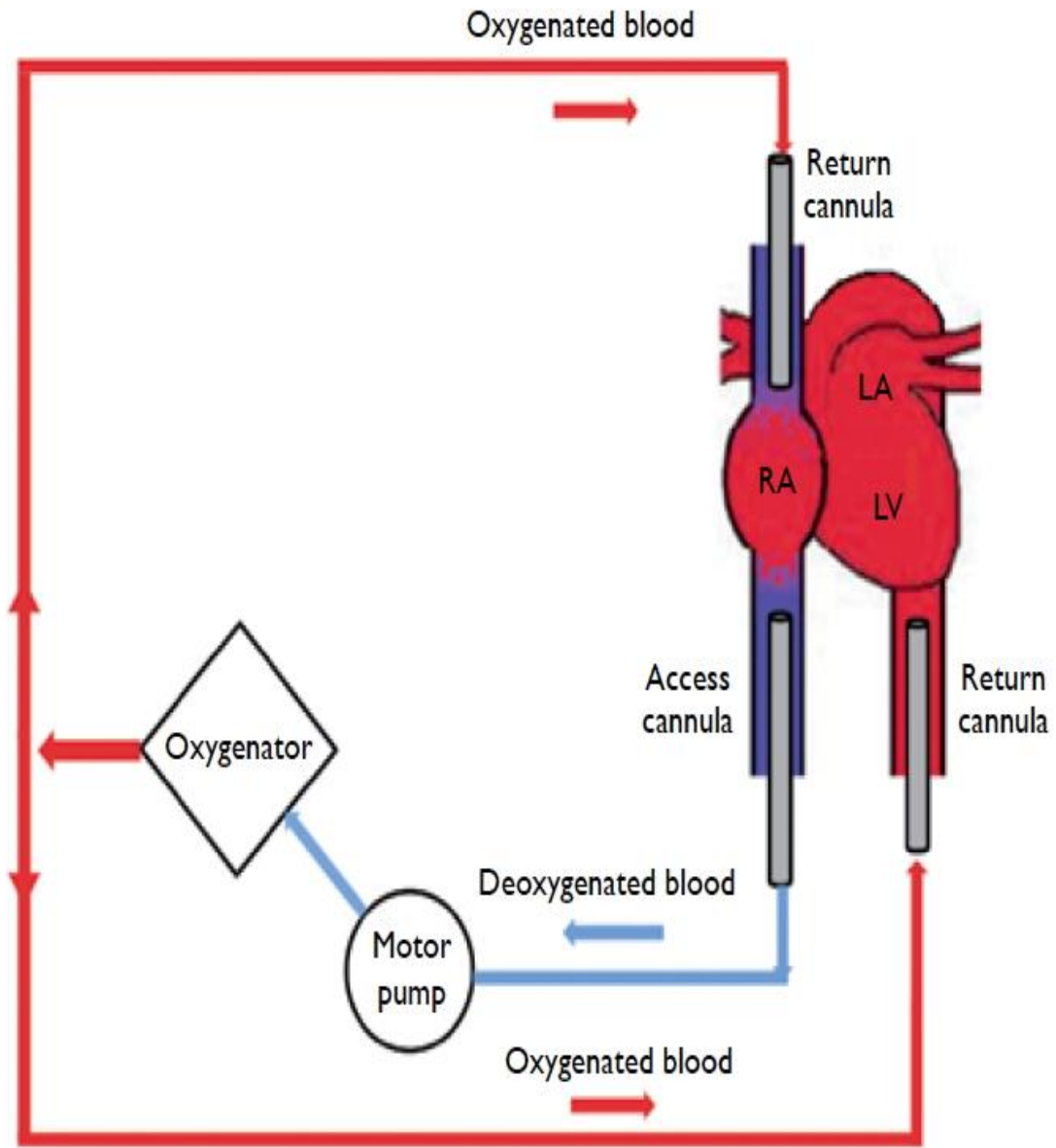


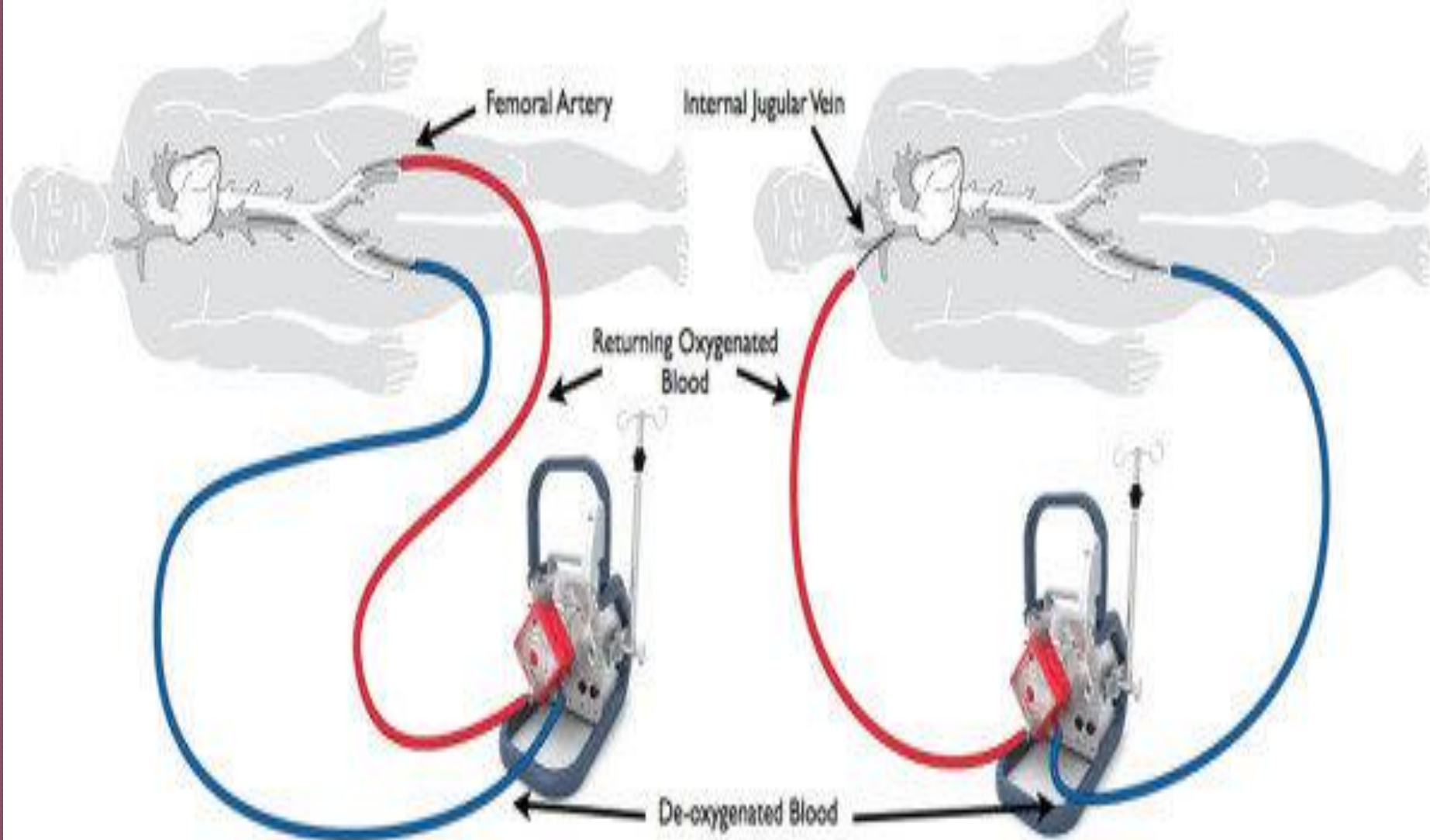
FIG 1. Venovenous extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) configuration

(a) Venovenous and (b) veno-arterial-venous ECMO circuits

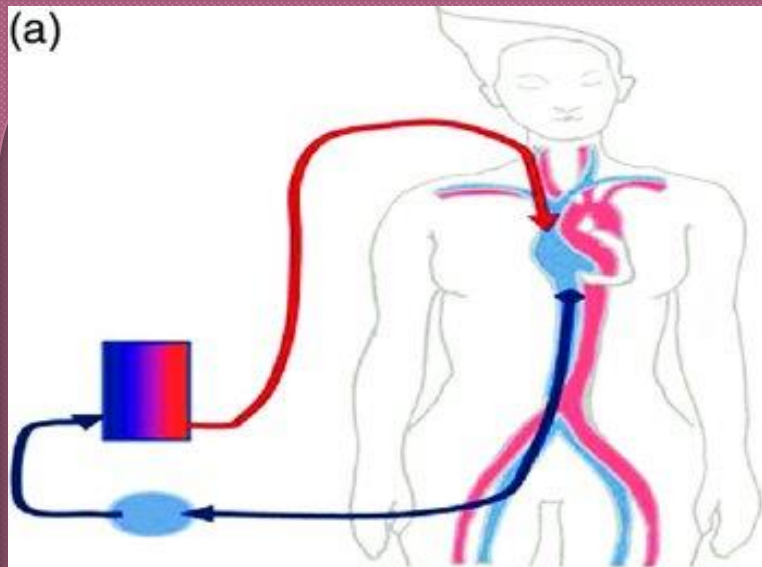
Abbreviations: LA = left atrium; LV = left ventricle; RA = right atrium

VA-ECMO

VV-ECMO

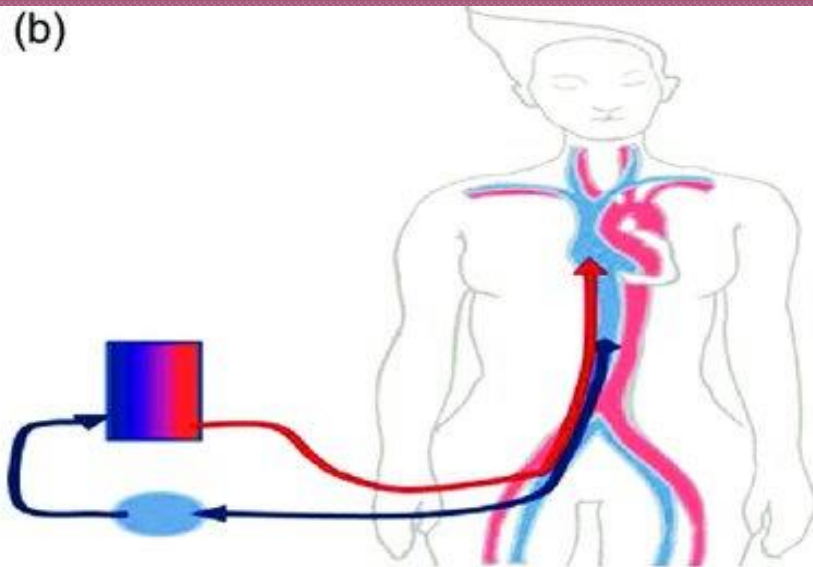


(a)



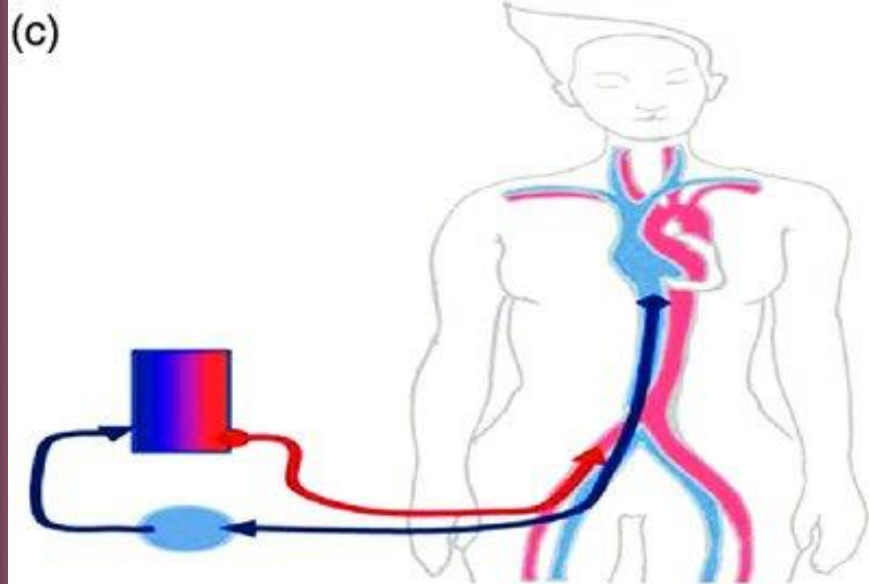
VV ECMO (femoral drain and jugular return)

(b)



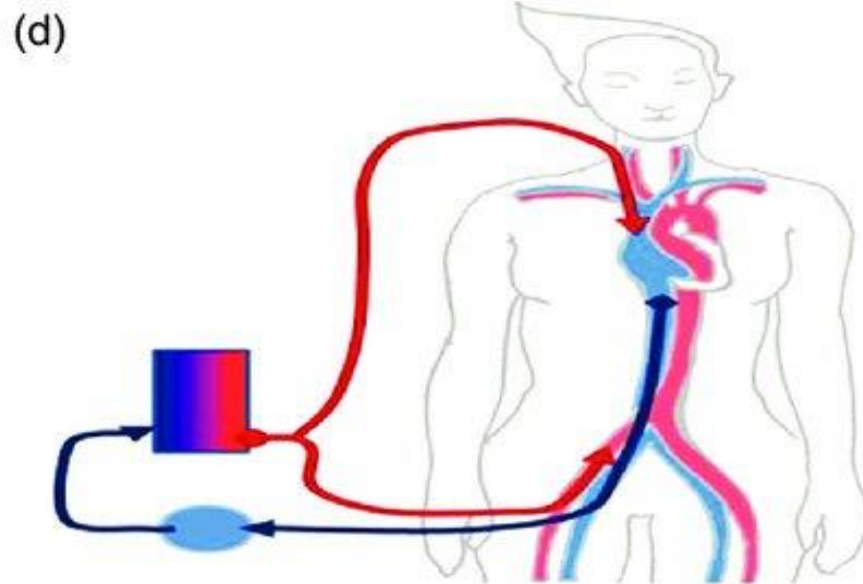
VV ECMO, femoral drain and femoral return

(c)



VA ECMO, femoral drain and femoral artery return)

(d)



VVA ECMO, femoral vein drain and jugular vein & femoral artery return

VV ECMO- ενδείξεις

Table 2 ECMO indications for respiratory support

- Acute respiratory distress syndrome:
 - severe bacterial or viral pneumonia
 - aspiration syndromes
 - alveolar proteinosis
- Extracorporeal assistance to provide lung rest:
 - airway obstruction
 - pulmonary contusion
 - smoke inhalation
- Lung transplant:
 - primary graft failure after lung transplantation
 - bridge to lung transplant
 - intaroperative ECMO
- Lung hyperinflation:
 - status asthmaticus
- Pulmonary haemorrhage or massive haemoptysis
- Congenital diaphragmatic hernia, meconium aspiration

ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ VV ΕΣΜΟ

- Ξεκούραση του πνεύμονα
- Αποφυγή βαροτραύματος και VILI
- Γέφυρα ώστε να υπάρχει χρόνος να θεραπευθεί η υποκείμενη πάθηση
- Βελτίωση της ΔΕ καρδιακής λειτουργίας που μπορεί να πάσχει λόγω οξείας πνευμονικής υπέρτασης

ARDS

- ARDS is a type of acute diffuse, inflammatory lung injury, leading to increased pulmonary vascular permeability, increased lung weight, and loss of aerated lung tissue.
- The clinical hallmarks are hypoxemia and bilateral radiographic opacities, associated with increased venous admixture, increased physiological dead space, and decreased lung compliance.
- The morphological hallmark of the acute phase is diffuse alveolar damage (ie, edema, inflammation, hyaline membrane, or hemorrhage)

ARDS

- Το ARDS είναι ένα σύνδρομο φλεγμονής και αυξημένης διαπερατότητας των μεμβρανών.
- Δεν εξηγείται από αύξηση στις πιέσεις του AP κόλπου ή των πνευμονικών τριχοειδών
- Οφείλεται σε ποικίλα αίτια-πνευμονικά και εξωπνευμονικά

ONLINE FIRST

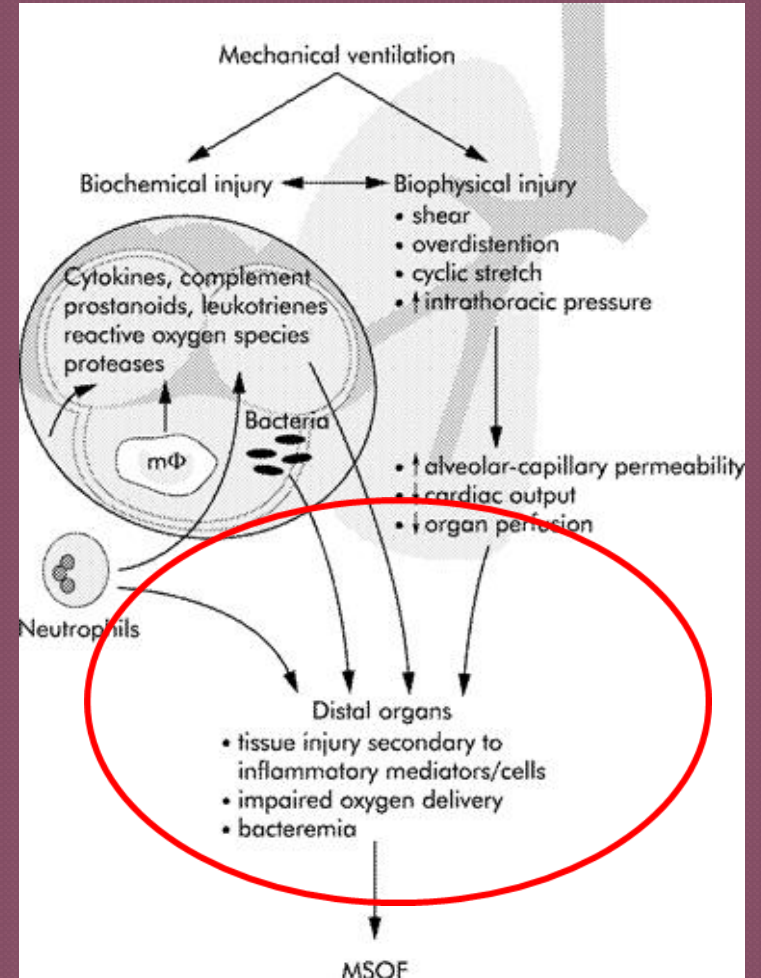
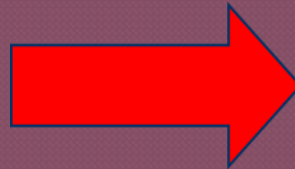
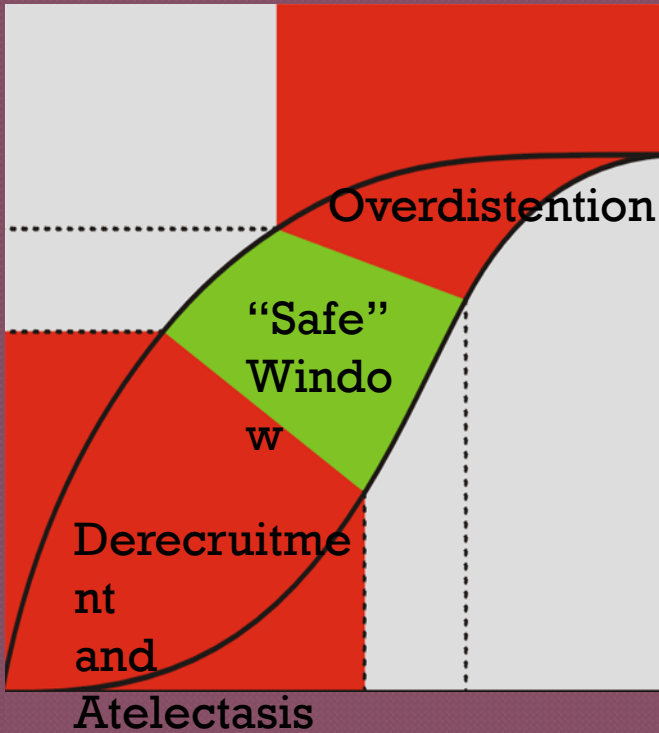
Acute Respiratory Distress Syndrome

The Berlin Definition

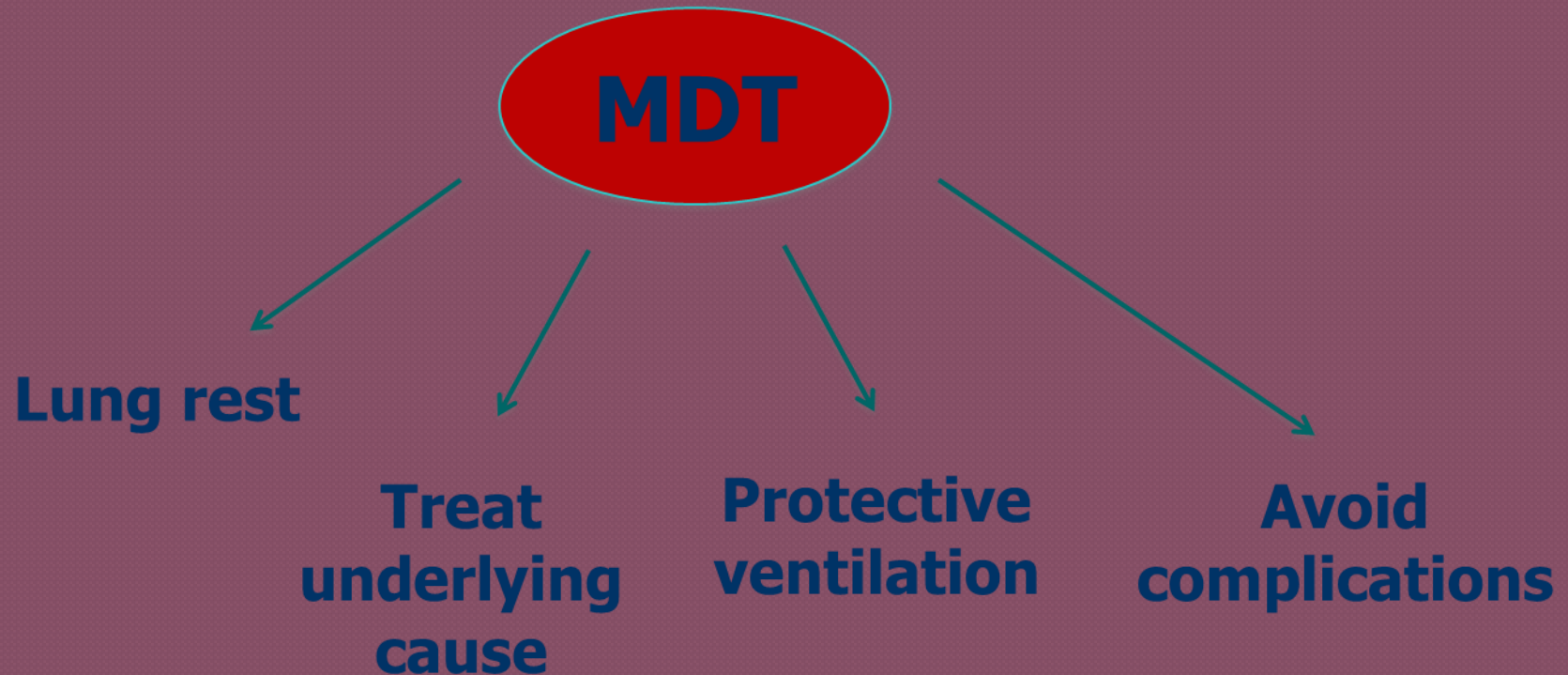
Table 3. The Berlin Definition of Acute Respiratory Distress Syndrome

Acute Respiratory Distress Syndrome	
Timing	Within 1 week of a known clinical insult or new or worsening respiratory symptoms
Chest imaging ^a	Bilateral opacities— not fully explained by effusions, lobar/lung collapse, or nodules
Origin of edema	Respiratory failure not fully explained by cardiac failure or fluid overload Need objective assessment (eg, echocardiography) to exclude hydrostatic edema if no risk factor present
Oxygenation ^b	
Mild	$200 \text{ mm Hg} < \text{PaO}_2/\text{FIO}_2 \leq 300 \text{ mm Hg}$ with PEEP or CPAP $\geq 5 \text{ cm H}_2\text{O}^c$
Moderate	$100 \text{ mm Hg} < \text{PaO}_2/\text{FIO}_2 \leq 200 \text{ mm Hg}$ with PEEP $\geq 5 \text{ cm H}_2\text{O}$
Severe	$\text{PaO}_2/\text{FIO}_2 \leq 100 \text{ mm Hg}$ with PEEP $\geq 5 \text{ cm H}_2\text{O}$

Mechanical Ventilation



Principles of Management





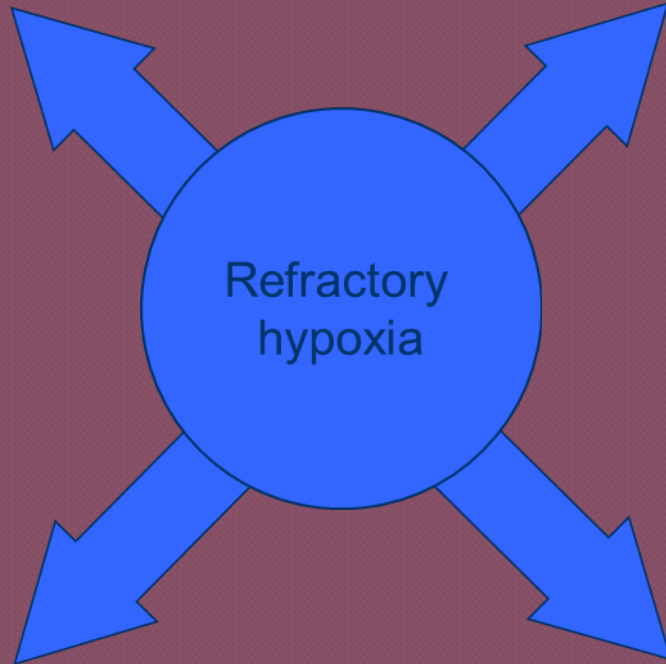
HFOV

Conventional
ventilation
& ECCO2R

Refractory
hypoxia

Prone
position

ECMO



VA ECMO-ενδείξεις

- Cardiogenic shock Severe cardiac failure due to almost any cause:
 - acute coronary syndrome
 - cardiac arrhythmic storm refractory to other measures
 - sepsis with profound cardiac depression
 - drug overdose/toxicity with profound cardiac depression
 - myocarditis
 - pulmonary embolism
 - isolated cardiac trauma
 - acute anaphylaxis
- Post cardiectomy: inability to wean from cardiopulmonary bypass after cardiac surgery
- Post heart transplant: primary graft failure after heart or heart-lung transplantation
- Chronic cardiomyopathy:
 - as a bridge to longer term VAD support
 - or as a bridge to decision
- Periprocedural support for high-risk percutaneous cardiac interventions
- Bridge to transplant

VA ECMO- πλεονεκτήματα του ECMO στα πλαίσια καρδιογενούς shock

- Εύκολη και άμεση τοποθέτηση και έναρξη του περιφερικού ECMO
 - Δεν χρειάζεται στέρνο/καρδιοτομή
 - Εφικτό σε επείγουσες καταστάσεις
- Παρέχει υψηλή ροή:
 - Έως και 7 L/min

VV vs VA ECMO

VA ECMO

Provides cardiac support to assist systemic circulation

Requires arterial and venous cannulation

Bypasses pulmonary circulation/decreases pulmonary artery pressures

Could be used in RV failure

Lower perfusion rates are needed

Higher PaO₂ is achieved

ECMO circuit connected in parallel to the heart and lungs

VV ECMO

Does not provide cardiac support to assist systemic circulation

Requires only venous cannulation

Maintains pulmonary blood flow

Can't be used

Higher perfusion rates are needed

Lower PaO₂ is achieved

ECMO circuit connected in series to the heart and lungs

VV vs VA ECMO

VenoArterial (VA) vs. VenoVenous (VV) ECMO

VA ECMO	VV ECMO
Provides cardiac support to assist systemic circulation	Does not provide cardiac support to assist systemic circulation
Requires arterial + venous cannulation	Requires only venous cannulation
Bypasses pulmonary circulation Decreases PA Pressures	Maintains pulmonary blood flow
Could be used in RV Failure	Cannot be used in RV failure
Higher PaO ₂ is achieved	Lower PaO ₂ is achieved
ECMO circuit connected in parallel to heart and lungs	ECMO circuit connected in series to heart and lungs

ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ECMO

Absolute: among these futile treatment without exit strategy
in case of

- o Unrecoverable heart and not a candidate for transplant or destination therapy of VAD support
- o Disseminated malignancy
- o Known severe brain injury
- o Unwitnessed cardiac arrest
- o Prolonged CPR without adequate tissue perfusion
- o Unrepaired aortic dissection
- o Severe aortic regurgitation
- o Severe chronic organ dysfunction (emphysema, cirrhosis, renal failure)
- o Compliance (financial, cognitive, psychiatric, or social limitations in patient without social support)
- o Peripheral vascular disease is contraindicated in peripheral VA ECMO
- o VV ECMO is contraindicated in cardiogenic failure and in Severe chronic pulmonary hypertension (mean pulmonary artery pressure >50 mmHg)

Relative: contraindication for anticoagulation, advanced age, obesity

ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΕΣΜΟ

- Οι περισσότερες είναι σχετικές, ζυγίζοντας τους κινδύνους της διαδικασίας (συμπεριλαμβανομένου του κινδύνου χρήσης πόρων που θα μπορούσαν να είναι χρήσιμοι σε άλλους) vs τα πιθανά οφέλη.
- Σχετικές αντενδείξεις:
 1. Συνθήκες ασύμβατες με φυσιολογική ζωή αν ο ασθενής αναρρώσει
 2. Προϋπάρχουσες καταστάσεις που επηρεάζουν την ποιότητα ζωής του (preexisting conditions which affect the quality of life (ΚΝΣ, τελικού σταδίου κακοήθεια, κίνδυνος συστηματικής αιμορραγίας με την αντιπηξία)
 3. Ηλικία και μέγεθος ασθενή
 4. Ματαιότης : ασθενείς που είναι πολύ βαριά, έχουν θπάρξει σε συμβατική θεραπεία επί μακρόν, ή έχουν θανατηφόρα διάγνωση

Αγγειακή πρόσβαση

1. Stable patients: VV is preferred for adult respiratory failure when cardiac function is adequate or moderately depressed. VA is preferred if cardiac function is moderately to severely depressed and cardiac support is also required. Patients with severe respiratory failure and secondary cardiac failure may improve on VV support alone. VV access may be by femoral and jugular veins with 2 cannulas or a double lumen cannula via the jugular vein.

2. Selective CO₂ removal: AV access may be considered for selective CO₂ removal in hypercapnic states.

Low flow VV with a pump can be used for selective CO₂ removal when the risk of arterial complication is unacceptable.

3. Unstable patients: If very unstable, VA access via IJ or femoral vein and fem artery is preferred. VAV may be used for concomitant heart and lung failure to supplement upper body oxygenation. If cardiac function recovers before lung function, access can be converted to VV.

Επιπλοκές καθετηριασμού

- ◉ Εξαγγείωση
- ◉ Ρήξη μυοκαρδίου
- ◉ Μετανάστευση καθετήρα
- ◉ Θρόμβωση καθετήρα

Decannulation

- Πιθανότητα εμβολής αέρα
- Χρήση μυοχάλασης
- Ύπτια θέση
- Πιθανότητα αιμορραγίας
- Πιθανότητα φλεβικής θρόμβωσης
- Έλεγχος με US σε 24-48 ώρες

Post-decannulation care

- Επαγρύπνηση για αιμορραγία, φλεγμονή
- 24-48 ώρες μετά έλεγχος για εν τω βάθει φλεβοθρόμβωση (περίπου 20% των ασθενών)
- Έλεγχος για σημεία φλεβικής ανεπάρκειας και αρτηριοφλεβώδους επικοινωνίας ή ψευδοανευρύσματος.

Επιπλοκές

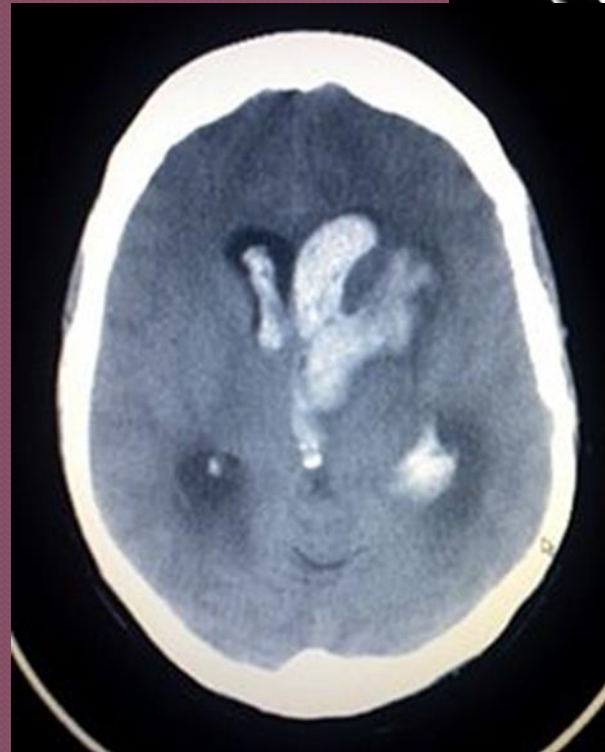
ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ ΕΣΜΟ

TABLE 3. Possible major complications of venovenous extracorporeal membrane oxygenation[†]

Complication	Details
Mechanical circuit complications	
Air embolism (1.4%)	Broken three-way/pigtail (before the motor pump) Cannula is dislodged or its side holes are exposed
Oxygenator failure (8.7%)	Mechanical breakdown: when the oxygenator membrane is broken or worn off Functional breakdown: when there are clots/thrombus forming on the surface that impedes gas transfer
Cannula and tubing (5.8%)	Injury: trauma to adjacent organs, eg localised haematoma, pneumothorax, dissection of vessel, oesophageal perforation, cardiac perforation Malposition: recirculation occurs when the tips of the return cannula and access cannula are so close that oxygenated blood from the return cannula drains directly into the access cannula
Pump (1.5%)	Motor failure Pump head broken
Patient-related complications	
Severe bleeding	Bleeding may occur at the cannula site (12.5%), surgical site (10.0%), or site of a previous invasive procedure. Gastrointestinal bleeding (5.9%), pulmonary haemorrhage (5.8%), and spontaneous intracranial bleeding (3.7%) may occur
Cardiovascular	Myocardial stunning (1.0%) and capillary leak syndrome may occur due to activation of the systemic inflammatory response secondary to blood contact with a non-biological surface Cardiac tamponade (1.7%) Cardiac arrhythmia (10.2%)
Pulmonary	Worsening of respiratory failure due to activation of systemic inflammatory response Pneumothorax requiring treatment (8.4%)

Ενδοκράνια αιμορραγία

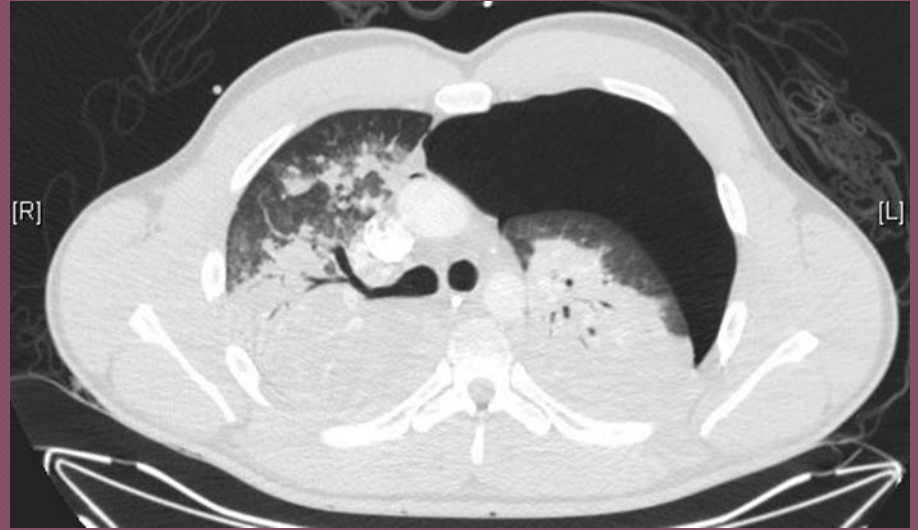
- Περίπου 5% των ασθενών (ELSO)
- Screening CT εγκεφάλου
- 8% στους non-ECMO SRF ασθενείς



Αιμορραγία

- Οποιασδήποτε θέσης- ΓΕΣ, χειρουργικές εστίες, θωρακικοί σωλήνες
- Ανάνηψη με υγρά
- Προσωρινή διακοπή ηπαρίνης
- Tranexamic acid
- NO Protamine

Πνευμοθώραξ



- Συντηρητική αντιμετώπιση όταν εφικτό
- Αν χρειαστεί θωρακικό σωλήνα, πιθανόν με διαθερμία

Ατελεκτασίες λόγω εκκρίσεων

- Χαμηλοί αναπνεόμενοι όγκοι
- Φυσιοθεραπεία και βρογχοσκόπηση
- Βλεννολυτικά



Αιμόλυση

- Αιτίες

- Αέρας
- Τραύμα σχετιζόμενο με το μηχανικό κύκλωμα

- Διαχείριση

- Θεραπεία υποκείμενης αιτίας



ΔΕΠ- Διάχυτη Ενδαγγειακή Πήξη

○ Αίτια

- Σήψη, ιστική βλάβη
- Θρόμβωση του κυκλώματος
- Μόλυνση του κυκλώματος

○ Θεραπεία

- Υποκείμενη αιτία
- Υποκατάσταση παραγόντων

Καρδιακή ανακοπή

- ALS αλγόριθμος
- Βεβαιώνουμε ότι δεν υπάρχει βλάβη στο κύκλωμα

Περιορισμοί ΕΣΜΟ

- Χρονικός περιορισμός: 15-21 ημέρες για το μηριαίο
 - >2 μήνες αν είναι κεντρικό
- Ο ασθενής πρέπει να παραμείνει σε ύπτια θέση αν είναι μηριαίο
- Τοπικές επιπλοκές:
 - Αιμορραγίες, εμβολή, ισχαιμία άκρου, λοίμωξη
- ΑΕΕ: ισχαιμικό, αιμορραγικό

Επιτήρηση του ασθενούς

- Ισχαιμία του άκρου
- Λοιμώξεις
- Αιμορραγική διάθεση



Επιτήρηση της μεμβράνης

- Τουλάχιστον καθημερινά
- Εναπόθεση ινικής
- Εναπόθεση θρόμβων



Post-ECMO problems

- Υπερθερμία/SIRS - κυρίως σε H1N1
- Υποθρεψία/αδυναμία/αναπηρία
- Απογαλακτισμός από τον αναπνευστήρα
- Υπερκαπνική αναπνευστική ανεπάρκεια
- Ψυχολογικά προβλήματα

Early RCTs

Extracorporeal Membrane Oxygenation

in Se

Failure

**mortality rate was
more than 90% in
that trial with no
improvement in
ECMO**

tive Study

Robert J. Fallat, MD; R
E. Converse Peirce II, MD; Art

Donald Hill, MD;
H. Morris, MD;
. Drinker, PhD;
Miller, Jr, PhD

(JAMA 242:2193-2196, 1979)

Early RCTs

Am J Respir Crit Care Med. 1994 Feb;149(2 Pt 1):295-305.

Randomized clinical trial of conventional mechanical ventilation and extracorporeal CO₂ removal for adult respiratory distress syndrome

Morris AH¹, Wallace CJ, Menlove RL, C...
Bohm S, Hoffmann B, Becks H, Butler S, ...
Pace NL, Suchyta MR, Beck E, Bombino M, Sittig DE.

**stopped for
futility after only 40 patients
had been enrolled**

Κριτική

- Κέντρα χωρίς εμπειρία
- Χρήση υψηλών αναπνευστικών πιέσεων πριν και κατά τη χρήση ECMO
- Υψηλές δόσεις αντιπηξίας
- Υψηλή συχνότητα αιμορραγικών επεισοδίων
- >7 ημέρες συμβατικής θεραπείας πριν την εισαγωγή ECMO



Extracorporeal Life Support Organization (ELSO)

Guidelines for Adult Respiratory Failure

A. **Indications**

Acute severe heart or lung failure with high mortality risk despite optimal conventional therapy. ECLS is considered at 50% mortality risk, ECLS is indicated in most circumstances at 80% mortality risk. Severity of illness and mortality risk is measured as precisely as possible using measurements for the appropriate age group and organ failure. See patient-specific protocols for details.

B. **Contraindications**

Most contraindications are relative, balancing the risks of the procedure (including the risk of using valuable resources which could be used for others) vs. the potential benefits. The relative contraindications are: 1) conditions incompatible with normal life if the patient recovers; 2) preexisting conditions which affect the quality of life (CNS status, end stage malignancy, risk of systemic bleeding with anticoagulation); 3) age and size of patient; 4) futility: patients who are too sick, have been on conventional therapy too long, or have a fatal diagnosis. See patient-specific protocols for details.

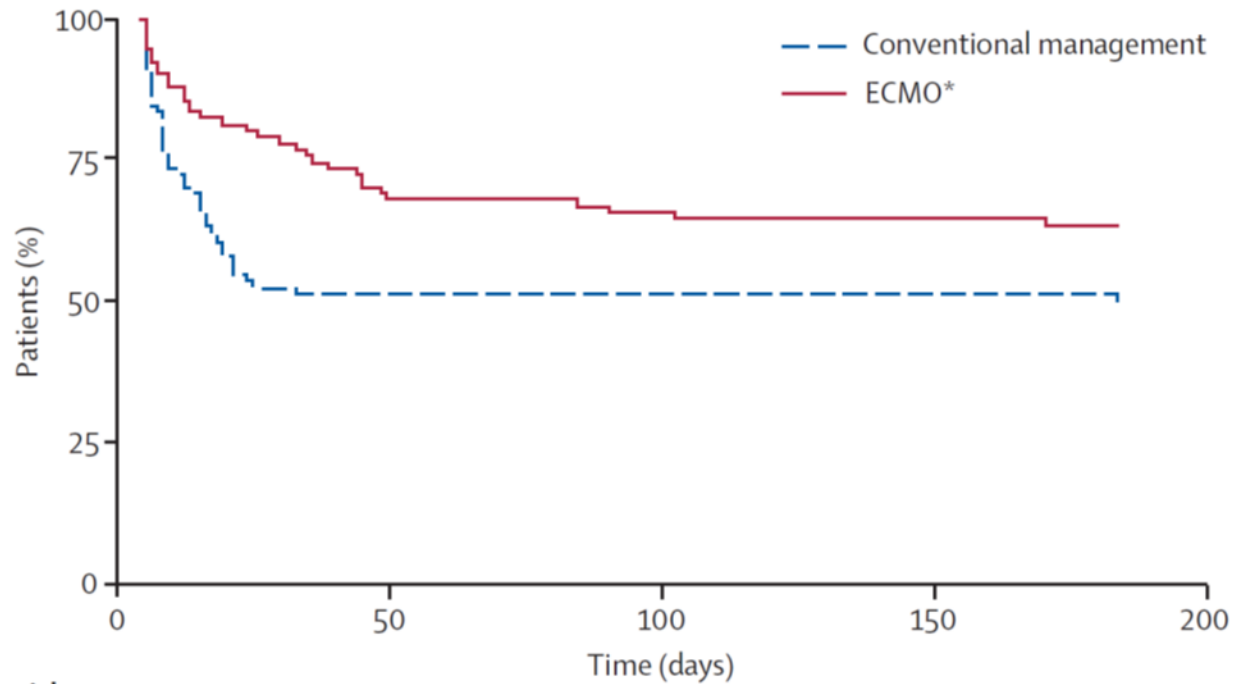


ECMO - CESAR



- RCT
- Primary hypothesis:
 - Consideration for ECMO will increase rate of survival without severe disability
- Allocated to:
 - consideration for treatment by ECMO (retrieved to Glenfield)
 - conventional management (remained in referring hospital)

CESAR - Survival



Patients at risk		0	50	100	150	200
Conventional management	90	45	44	44	0	0
ECMO*	90	61	59	58	0	0

6 month outcomes



	ECMO group (n=90)*	Conventional management group (n=90)
Lung capacity		
FEV ₁ (L; percent of predicted value)	2.6 (0.1); 74.9% (2.0)	2.5 (0.1); 72.9% (3.3)
FVC (L; percent of predicted value)	3.3 (0.1); 79.6% (2.4)	3.2 (0.2); 79.9% (3.6)
FER (L; percent of predicted value)	81.9 (1.5); 101.0% (1.7)	81.6 (2.2); 100.7% (2.5)
PEFR (L; percent of predicted value)	370.7 (16.1); 74.5% (2.4)	364.3 (20.5); 75.1% (3.6)
Data missing	3 (3%)	2 (2%)
Problems with usual activities		
None	21 (23%)	10 (11%)
Some	25 (28%)	19 (21%)
Unable	6 (7%)	4 (4%)
Pain or discomfort		
None	23 (26%)	13 (14%)
Moderate	22 (24%)	18 (20%)
Extreme	7 (8%)	2 (2%)
Anxiety or depression		
None	23 (26%)	21 (23%)
Moderate	26 (29%)	9 (10%)
Extreme	3 (3%)	3 (3%)

**Nicolò Patroniti
Alberto Zangrillo
Federico Pappalardo
Adriano Peris
Giovanni Cianchi
Antonio Braschi
Giorgio A. Iotti
Antonio Arcadipane
Giovanna Panarello
V. Marco Ranieri
Pierpaolo Terragni
Massimo Antonelli
Luciano Gattinoni
Fabrizio Oleari
Antonio Pesenti**

**The Italian ECMO network experience
during the 2009 influenza A(H1N1) pandemic:
preparation for severe respiratory emergency
outbreaks**

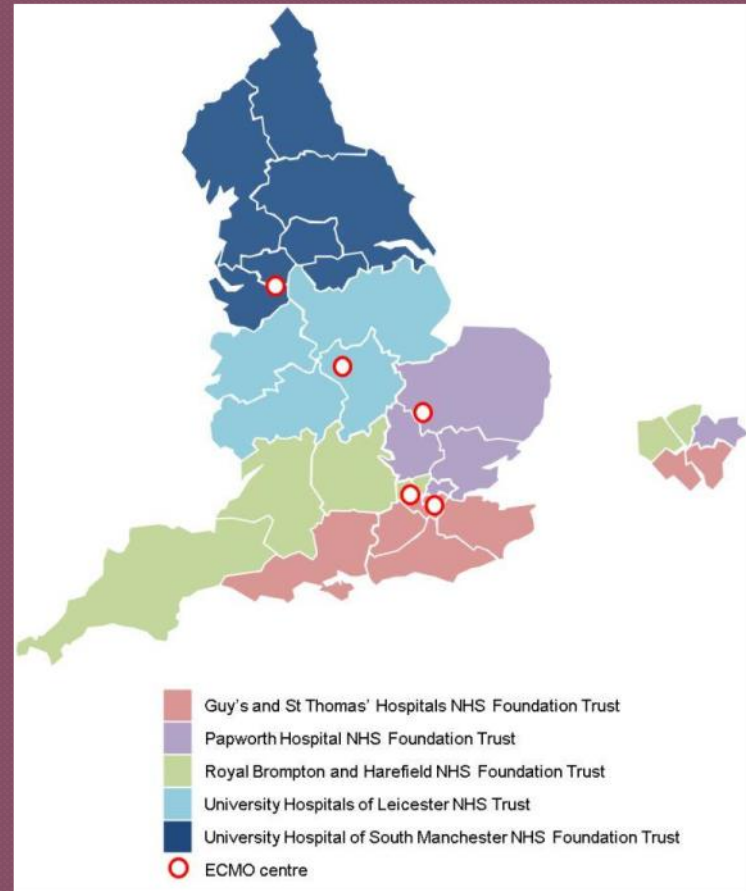
Extracorporeal Membrane Oxygenation for Pandemic Influenza A(H1N1)–induced Acute Respiratory Distress Syndrome

A Cohort Study and Propensity-matched Analysis

Tài Pham^{1,2}, Alain Combes^{3,4}, Hadrien Rozé⁵, Sylvie Chevret^{2,6}, Alain Mercat^{7,8}, Antoine Roch^{9,10}, Bruno Mourvillier^{11,12}, Claire Ara-Somohano^{13,14}, Olivier Bastien^{15,16}, Elie Zogheib¹⁷, Marc Clavel^{18,19}, Adrien Constan¹, Jean-Christophe Marie Richard^{20,21,22}, Christian Brun-Buisson^{1,23,24}, and Laurent Brochard^{20,21,24}; for the REVA Research Network*

National Severe Respiratory Failure Service

- 5 centres
- Wythenshawe
- Leicester
- Papworth
- Brompton
- GSTT



Indications for Referral - CESAR

- Οξεία σοβαρή αναστρέψιμη αναπνευστική ανεπάρκεια
- Murray Score >3
- < 7 ημέρες μηχ. αερισμός
- Χωρίς μείζονα συννοσηρότητα
- Χωρίς αντένδειξη για λήψη αντιπηκτικής αγωγής



Murray Score

Murray Score

Taking the score for each variable and dividing by 4.

Score values

PaO₂/FIO₂ (kPa): >40=0, 30-40=1, 23.3-29.9=2, 13.3-23.2=3, <13.3=4

CXR: normal=0, 1 point per quadrant infiltrated.

PEEP (cmH₂O): <5=0, 6-8=1, 9-11=2, 12-14=3, >15=4.

Compliance (ml/cmH₂O): >80=0, 60-79=1, 40-59=2, 20-39=3, and <19=4

GSTT Severe Respiratory Failure Regional Referral Guideline

Criteria for referral of patients with potentially reversible severe acute respiratory failure for consideration of retrieval and ECMO

Potentially reversible aetiology

Adequate gases but inability to achieve lung protective ventilation

- Vt >6mL/kg ideal body weight
- Pplat >30cmH₂O

Refractory respiratory failure despite lung protective ventilation

- Hypoxaemia (PaO₂:FIO₂ <13.3kPa)
- Hypercapnoea (pH <7.2)

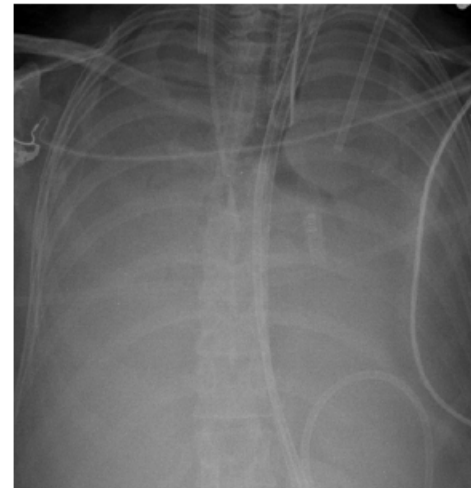
Severe asthma (pH <7.2)

Murray score of 3 or more

Bronchopleural fistula

7 days or less of

- FIO₂ > 0.8
- Pplat > 30cmH₂O



**Contact GSTT ICU for advice or to discuss
urgent, consultant retrieval for consideration of ECMO.**

GSTT Intensive Care Unit 02071882511

PRESSURE A/C

MAIN

4

rpm
Rate

14

cmH₂O
Peak

7

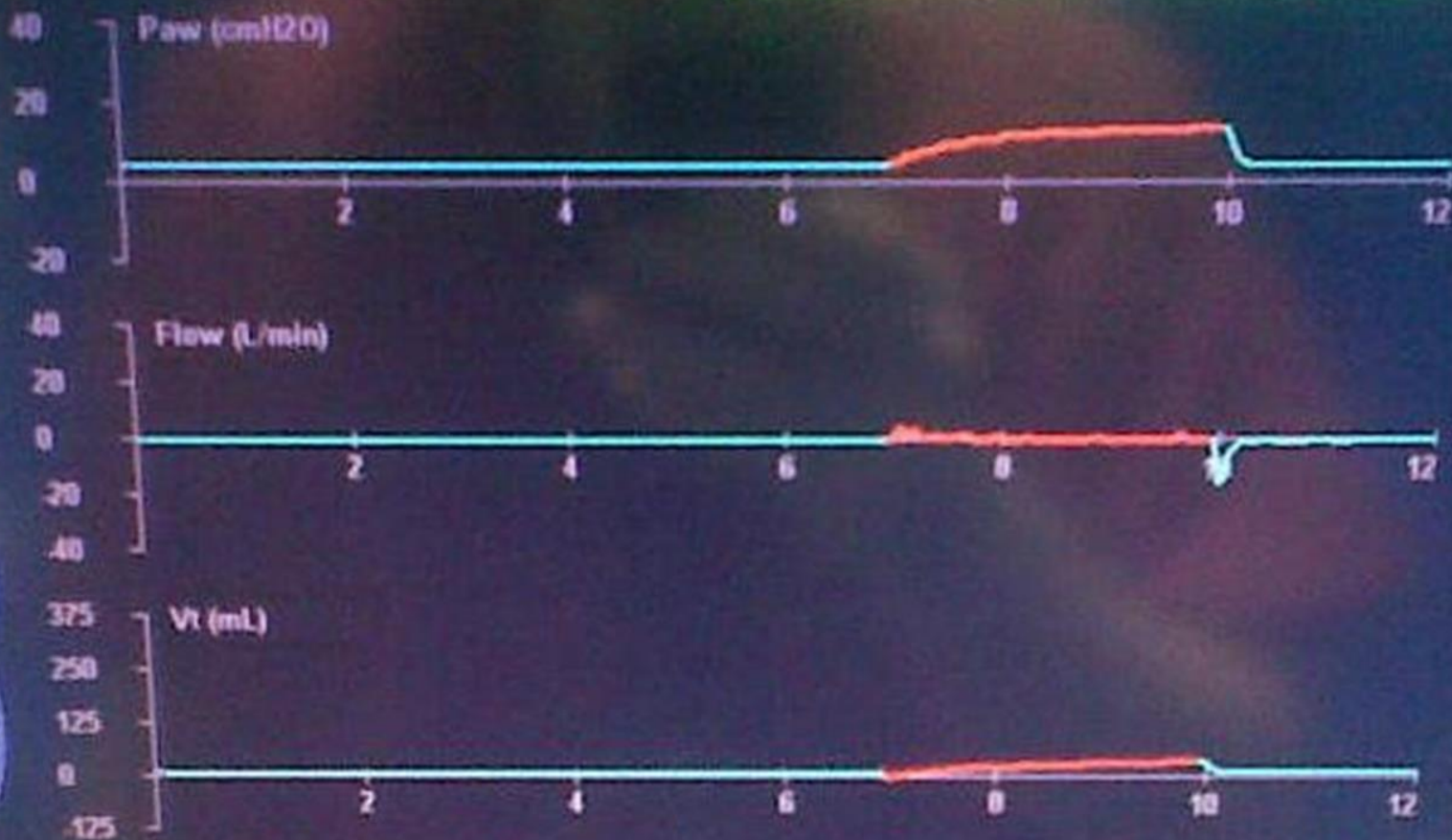
cmH₂O
Pmean

0.04

L
Vt

0.03

L
Vaw



4

rpm
Rate

10

cmH₂O
Insp Pres

3.00

sec
Insp Time

5

cmH₂O
PEEP

3.0

L/min
Flow Trig

30

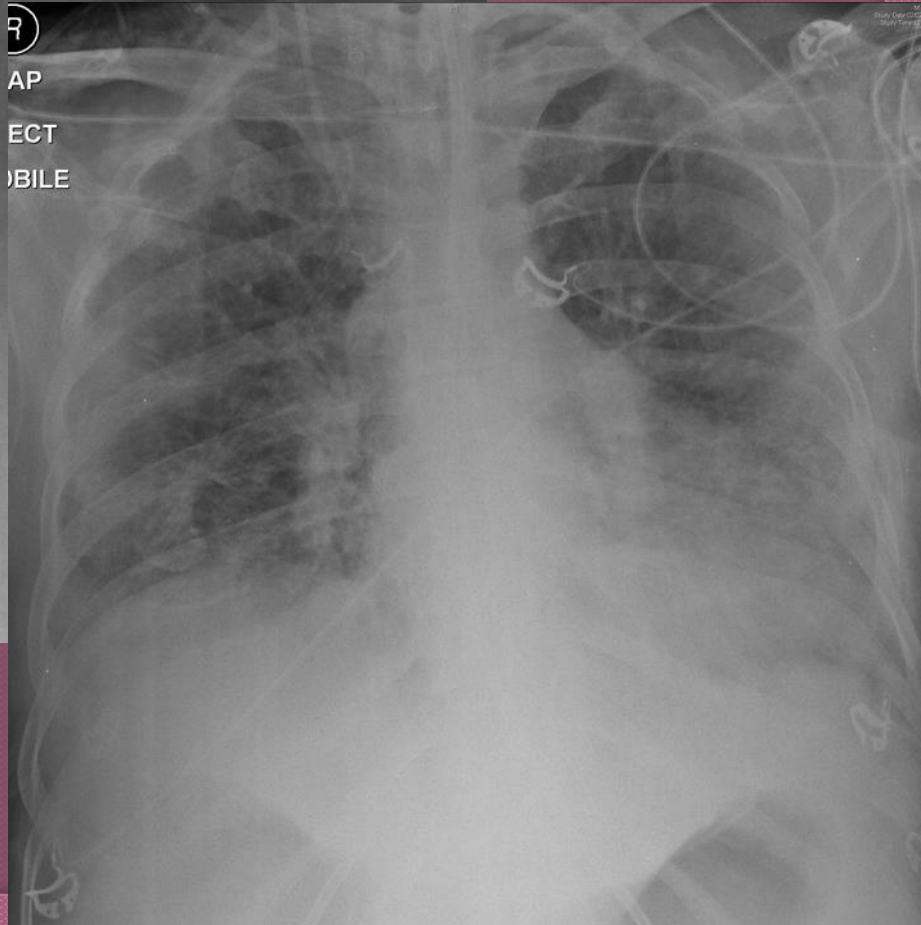
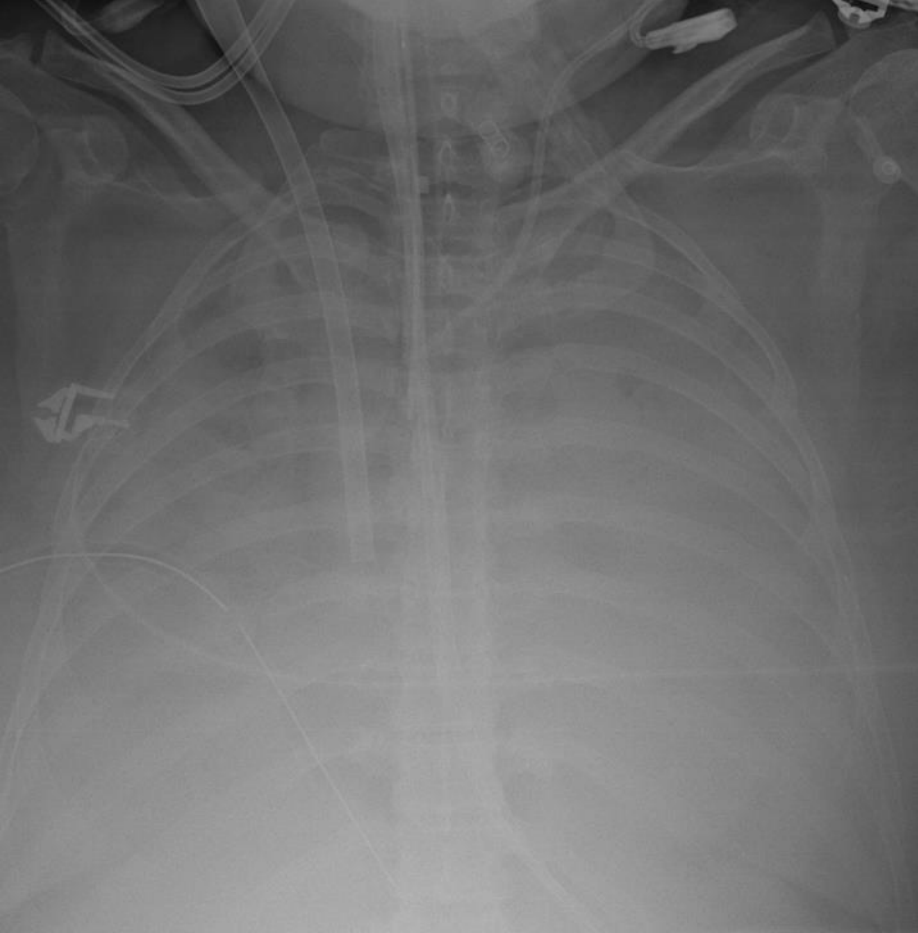
%
FIO₂

3.00 sec

17.00 sec

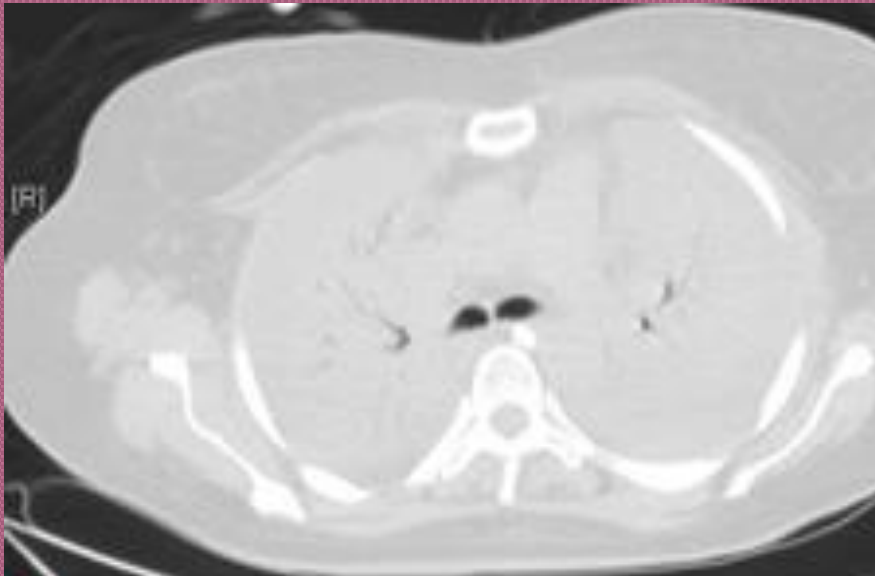
1:4.0





Diagnostic pathway

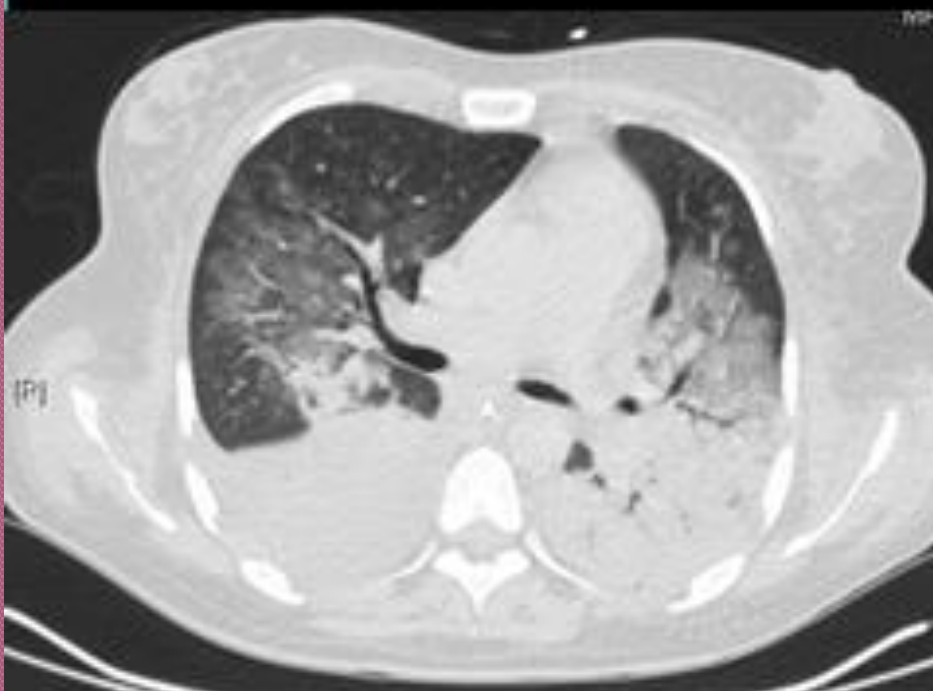
- HRCT σε διαφορετικές πιέσεις
- CT Head/chest/abdomen/pelvis
- Συζήτηση σε multi disciplinary team
- Βρογχοσκόπηση
- Καλλιέργειες
- Κυτταρολογικές
- Ανοσολογικός έλεγχος/ έλεγχος για αγγειίτιδες
- HIV



CPAP 5



CPAP 40



ECCO2R



What is ECCO2R?

- Extracorporeal CO₂ removal (ECCO₂R) είναι η χρήση εξωσωματικού κυκλώματος με μεμβράνη ανταλλαγής αερίων για την μερική απομάκρυνση του CO₂ από το αίμα βελτιώνοντας την υπερκαπνική αναπνευστική ανεπάρκεια.

ECCO2R in animals

Anesthesiology
46:138-141, 1977

Laboratory Report

Control of Breathing Using an Extracorporeal Membrane Lung (CDML):

Theodor Kolobow, M.D.,* Luciano Gattinoni, M.D.,* Timothy A. Tomlinson, B.S.,* Joseph E. Pierce, D.V.M.†

T. Kolobow, L. Gattinoni,
D. White, J. Pierce, and G.

ECCO2R in humans

TREATMENT OF ACUTE RESPIRATORY Low-Frequency Positive-Pressure Ventilation With Extracorporeal CO₂ Removal in Severe Acute Respiratory Failure

Luciano Gattinoni, MD; Antonio Pesenti, MD; Daniele Mascheroni, MD; Roberto Marcolin, MD;
Roberto Fumagalli, MD; Francesca Rossi, MD; Gaetano Iapichino, MD; Giuliano Romagnoli, MD;
Ljil Uziel, MD; Angelo Agostoni, MD; Theodor Kolobow, MD; Giorgio Damia, MD

T. KOLOBOW§

G. DAMIA*

*The Lancet 1980; 2 (8189)
JAMA 1986; 256*

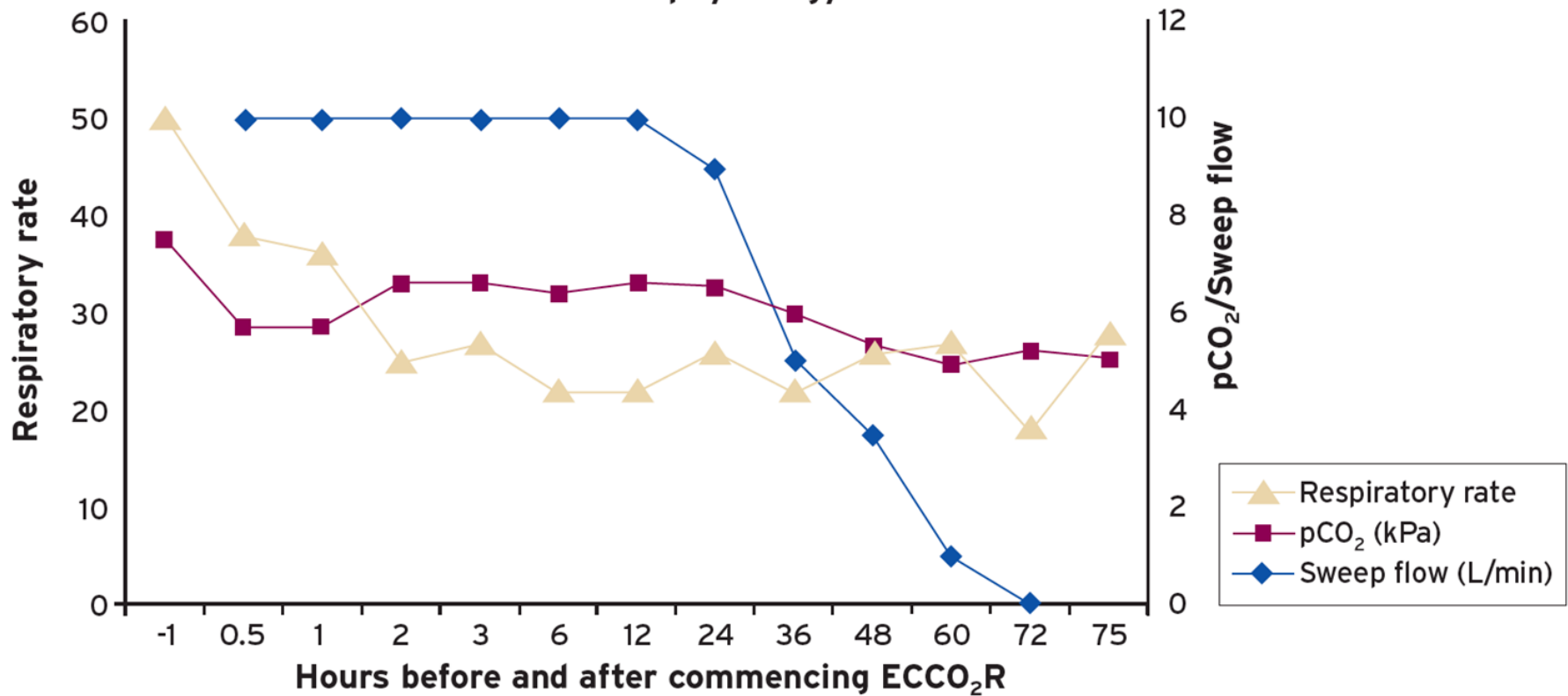
AV ECCO2R



Extracorporeal support

	Renal support (CVVH)		Partial extracorporeal support (ECCO ₂ R)		Total extracorporeal support (ECMO)	
	V-V	V-V	A-V	V-V	A-V	
Blood flow (l/min)	0.2-0.3	0.3-0.5	1.0-2.5	2.0-5.0	5.0	
Vascular access	V-V shunt	V-V shunt	A-V femoral shunt	V-V shunt	A-V shunt	
Catheter's diameter (F)	12 F Double-lumen	14 F Double-lumen	A: 13 V: 15	Inlet 19-24 Outlet 15-21	A: 19-24 V: 16	
Priming volume (ml)	140-160	300	350	500	500	
Needs for heparin (IU/min)	4-12	4-18	3.5-10	10-20	10-20	
Membrane surface (m ²)	-	1.3	1.3	1.8	1.8	
CO ₂ extraction (% of baseline)	-	25	50	>50	>50	
O ₂ transfer (ml/min)	-	10	20-60	140-340	340	

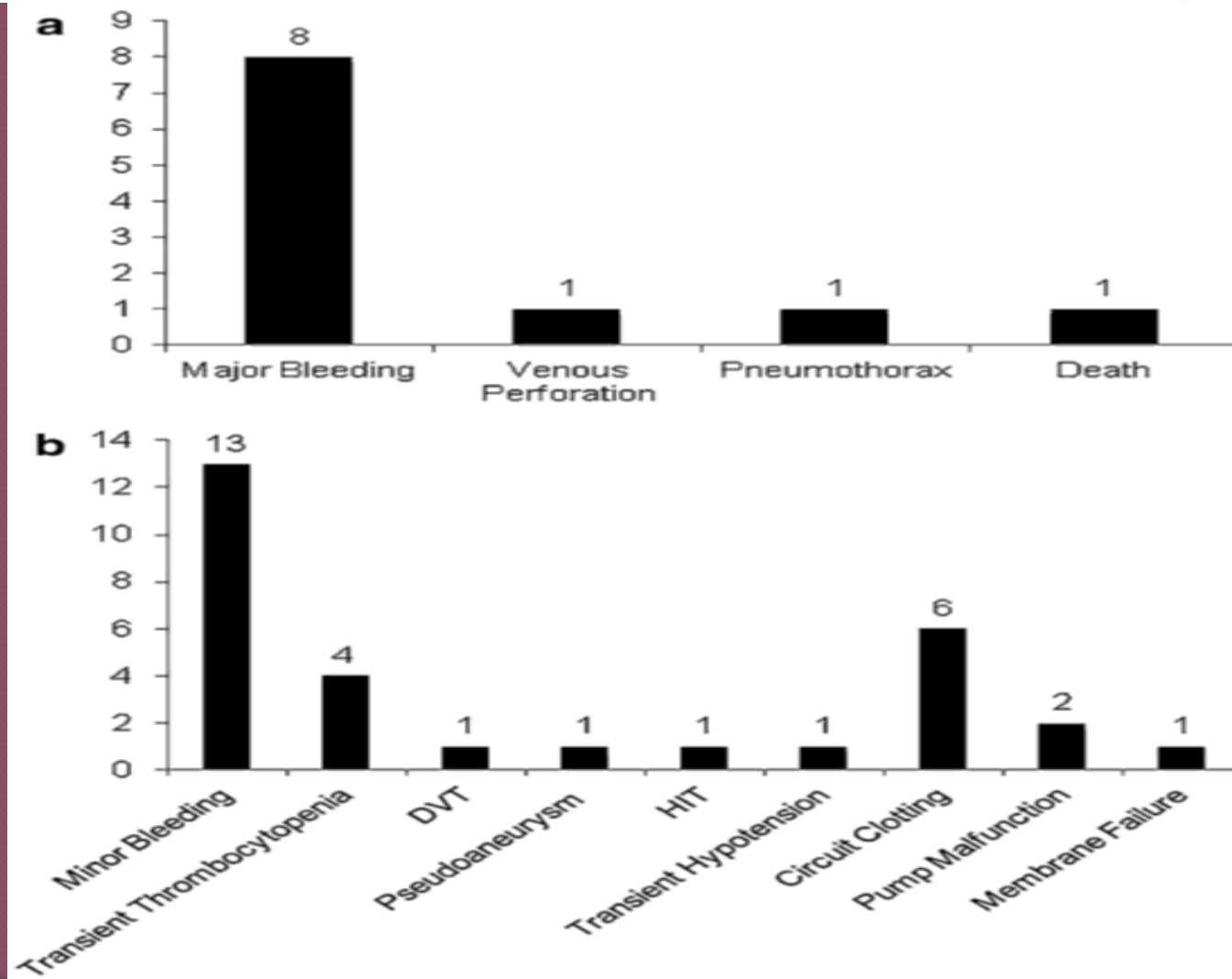
Trends in physiology





Michael C. Sklar
Francois Beloncle
Christina M. Katsios
Laurent Brochard
Jan O. Friedrich

Extracorporeal carbon dioxide removal in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review



Cartridge

Blood Inlet (BLUE)

Sweep Gas Inlet

Sweep Gas Outlet

Seal Flush Port with OneWay Valve

Blood Outlet (RED)









